

S  
181  
E32

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
COLEGIO DE AGRICULTURA Y ARTES MECANICAS  
ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA

Circular 106

# MANUFACTURA DE RON

*por*

Rafael Arroyo



ENERO 1938

SAN JUAN, P. R.  
NEGOCIADO DE MATERIALES, IMPRENTA Y TRANSPORTES  
1938



UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
COLEGIO DE AGRICULTURA Y ARTES MECANICAS  
ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA

---

Circular 106

---

# MANUFACTURA DE RON

*por*

Rafael Arroyo



ENERO 1938

---

SAN JUAN, P. R.  
NEGOCIADO DE MATERIALES, IMPRENTA, Y TRANSPORTE  
1938



# UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

Río Piedras, P. R.

JUAN B. SOTO, Ph. D.-----Canciller  
MARCEL DÍAZ, M. S.-----Decano Accidental, Colegio de  
Agricultura  
VIRGILIO RAMOS, C. P. A.-----Oficial de Finanzas

## ESTACION EXPERIMENTAL AGRICOLA

F. A. LÓPEZ DOMÍNGUEZ, B. S.\*-----Director  
MELVILLE T. COOK, Ph. D.-----Director interino

### SECCIÓN DE AGROLOGÍA

JUAN AMÉDÉE BONNET, M. S.\*-----Agrólogo  
RAFAEL RODRÍGUEZ TORRENT, B. S.-----Químico de Suelos  
FERNANDO VILLAMIL, B. S.-----Químico de Suelos  
BERNARDO G. CAPÓ, B. S.-----Químico Auxiliar  
LEONARDO IGARAVÍDEZ, B. S.-----Químico Auxiliar

### SECCIÓN DE GENÉTICA

ARTURO ROQUE, M. S.-----Geneticista  
JOSÉ ADSUAR, B. S.-----Geneticista Auxiliar

### SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

MANUEL L. VICENTE, C. E., M. E.-----Ingeniero

### SECCIÓN DE QUÍMICA

RAFAEL ARROYO, B. S., S. E.-----Químico  
JOSÉ H. RAMÍREZ, B. S.-----Primer Químico Analizador  
HÉCTOR CRUZ MONCLOVA, Ch. E., M. S.-----Segundo Químico Analizador  
MIGUEL A. MANZANO, B. S.-----Químico Auxiliar

### SECCIÓN DE ENTOMOLOGÍA

GEORGE N. WOLCOTT, Ph. D.-----Entomólogo  
FRANCISCO SEIN, JR., B. S.-----Entomólogo Auxiliar  
LUIS F. MARTORELL, M. S.-----Entomólogo Auxiliar

### SECCIÓN DE FITOPATOLOGÍA

MELVILLE T. COOK, Ph. D.-----Fitopatólogo  
ANDRÉS R. LÓPEZ, M. S.-----Fitopatólogo Auxiliar  
LUIS A. ALVAREZ, B. S.-----Fitopatólogo Auxiliar

### SECCIÓN DE FITOTECNIA

PEDRO RICHARDSON KUNTZ, B. S.-----Agrónomo Especialista en Caña  
FERNANDO CHARDÓN-----Agrónomo Auxiliar Especialista  
en Caña  
FERDINAND MÉNDEZ, B. S.-----Agrónomo Auxiliar  
JULIO S. SIMONS, B. S.-----Agrónomo  
ENRIQUE MOLINARY SALÉS, B. S.-----Horticultor  
ARTURO RIOLLANO, B. S. (¹)-----Especialista en Frutos Menores  
JUAN PASTOR RODRÍGUEZ, B. S.-----Especialista en Algodón  
J. GUISCAFRE ARELLAGA, M. S. (²)-----Especialista en Café  
LUIS A. GÓMEZ, B. S. (²)-----Agrónomo Auxiliar en Café  
FRANK J. JULIÁ, B. S. (¹)-----Agrónomo

(¹) En Isabela.

(²) En Mayagüez.

(\*) En uso de licencia.

**SECCIÓN DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**

SOL L. DESCARTES, M. S.-----Jefe Interino  
 JORGE J. SERRALLÉS, JR., M. S.-----Economista Agrícola Auxiliar  
 JOSÉ M. GARCÍA, M. S.-----Economista Agrícola Auxiliar  
 ROBERTO HUYKE, B. S.-----Economista Agrícola Auxiliar  
 RAMÓN COLÓN TORRES, B. S.-----Economista Agrícola Auxiliar

**BIBLIOTECA**

JOSÉ I. OTERO-----Bibliotecario  
 F. DE GRACIA-----Bibliotecario Auxiliar.

**OFICINA**

ARTURO RIVERA-----Jefe Oficina y Contable

**SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL****ISABELA, P. R.**

LUIS A. SERRANO, B. S.-----Director  
 CARLOS J. CLAVELL, B. S.-----Agrónomo Auxiliar

**ESTUDIOS EN COOPERACIÓN CON LA ESCUELA DE MEDICINA TROPICAL**

CONRADO ASENJO, JR., B. S.\*-----Químico Auxiliar.

## MANUFACTURA DE RON

Por RAFAEL ARROYO

Especialista en Fermentaciones Industriales. Jefe, Sección de Química de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico.

### INTRODUCCIÓN

Hace tres meses empezamos la publicación de una serie de articulos sobre el tema que encabeza estas líneas, saliendo éstos a la luz pública en el importante y bien conocido rotativo "*El Mundo*" de San Juan, P. R. No era entonces nuestra intención escribir la presente circular, la cual pensábamos publicar más tarde, cuando hubiésemos terminado el estudio que tenemos pendiente sobre manufactura de ron.

Sin embargo, el público que nos dispensó el honor de leer nuestros artículos, (y especialmente algunos entre ellos dedicados a la explotación de esta importante industria), mostró tan bondadosa acogida a los mismos, y se interesó tanto en el tema, que empezamos a recibir cartas de diferentes partes de la Isla pidiéndonos la recopilación de los artículos en forma permanente. Complaciendo a nuestros amables lectores hemos decidido escribir este boletín preliminar, el cual, con muy pequeñas variaciones, representa la recopilación solicitada.

Lejos de nuestra mente está el escribir como expertos en la materia, tratándose de una industria que, aunque antiquísima, ha permanecido huérfana de estudio serio y científico la mayor parte del tiempo, como lo demuestra la escasa, y en su mayor parte inaccesible literatura sobre la materia. No pretendemos jugar el papel de mentores, somos tan principiantes como el que más; pero sí creemos estar en condiciones ventajosas para aprender, experimentar, observar, obtener datos y sacar conclusiones de los mismos.

Nuestro trabajo de consultas nos ha facilitado apreciar la multitud de ideas erróneas y mal fundadas existentes en la elaboración de esta bebida; y hemos apreciado que existe mucha más habilidad en la rectificación y preparación del ron comercial partiendo del destilado crudo, que en la producción de este mismo destilado, o ron crudo partiendo de la miel o jugo de caña como materia prima. Especialmente hemos encontrado gran deficiencia en la apreciación del proceso fermentativo, donde las prácticas empíricas y el factor casualidad o suerte todavía predominan en muchos casos.

Debido a este estado de cosas, hemos dado énfasis especial al proceso fermentativo y aquéllos con éste más relacionados, tratando de explicar la importancia de la selección del agente fermentador y preparación de la materia prima; cómo se inicia el proceso; métodos de conducirlo; peligros a evitar, etc., etc., teniendo en mente siempre arrancar esta industria al tradicional y dispendioso empirismo y encauzarla por los métodos eficientes y económicos de la técnica racional.

Para mejor comprensión hemos decidido dividir este trabajo en una serie de apartados cortos que comprenderá los tópicos siguientes:

1. Importancia de una cuidadosa selección de la levadura.
2. Selección de la materia prima.
3. Pretratamiento de la materia prima.
4. La batición.
5. La fermentación.
6. La destilación.
7. Curación del ron crudo.
8. Supervisión química y biológica de la destilería.
9. ¿Cuál es el mejor equipo de una destilería?
10. Conclusión.



## I

### **IMPORTANCIA DE UNA CUIDADOSA SELECCION DE LA LEVADURA**

Factor es éste de inestimable importancia para el destilador que desea un producto de primera calidad, de invariable bondad, y con sello de distinción difícil de imitación barata. Sin embargo, en la generalidad de los casos, el destilador rara vez concede la debida importancia a este factor, concentrando su mayor atención sobre el equipo mecánico de su negocio. Cualquier levadura capaz de producir alcohol mediante la fermentación de su batición es considerada aceptable, pues no han pensado en las grandes diferencias que pueden existir entre distintas variedades.

Los pocos que sin ideas de lucro nos dedicamos a estudios fermentativos, con el objeto único de investigar las posibilidades existentes de aclarar la técnica o perfeccionarla, podemos darnos cuenta exacta del error en que incurre el destilador que tal piense. De éstos hay muchos que se conforman con la fermentación producida espontáneamente por levaduras adventicias que casi siempre acompañan la materia prima, bien sea ésta guarapo de caña o mieles. Otros incorporan a la batición cierta cantidad indefinida de levadura de panadero, o cualquier otra que puedan procurarse fácilmente en el mercado. Es nuestro objeto poner de relieve lo peligroso de estas prácticas, tanto desde el punto de vista técnico como del económico.

Es de esperarse que todo fabricante de ron haya concebido en su mente y meditado cuidadosamente el tipo de ron que desea, el cual debe poseer aquellas cualidades que han de hacerlo apetecible para el público consumidor, prestigiando al mismo tiempo por sus bondades a la casa productora.

Ahora bien, aunque son muchos y variados los factores que entran en la confección de un ron genuinamente bueno, ninguno tiene tanta importancia, ni mayor influencia en el éxito final como el agente productor del ron, esto es, la levadura. De aquí la importancia de una selección adecuada de la variedad de que hemos de servirnos en el trabajo diario.

Al seleccionar la levadura, el destilador debe tener dos puntos bien presentes:

1. Características del ron que desea producir.
2. Equipo con que cuenta para su manufactura.

Cuando la levadura es elegida antes de la instalación de la destilería (lo cual es lo más juicioso y seguro) existe la ventaja de que el diseño de la última y su equipo adecuado puede hacerse de acuerdo con las necesidades y características de la levadura, siendo por lo tanto más seguro el éxito subsiguiente. Por desgracia, como regla general, se deja la selección de la levadura (si es que se hace) para último caso, cuando ya está la destilería construída, equipada y lista para entrar en acción. Creemos aquí justificado dar una explicación en cuanto a la conveniencia de seleccionar la levadura con prioridad a la instalación del equipo o construcción de edificios. Citaremos dos condiciones que caracterizan las levaduras diferenciándolas entre sí: temperatura óptima de fermentación, y tiempo empleado en terminar la misma. Si nos decidimos en nuestra selección por una levadura que necesite doble tiempo que otra para terminar la fermentación, es obvio que necesitaríamos doble número de fermentadores en un caso que en otro, con el subsiguiente mayor espacio para la sala de fermentación, etc.

Si la levadura seleccionada es incapaz de resistir temperaturas altas que suelen predominar en el salón de fermentaciones, necesariamente hemos de equipar nuestros fermentadores con algún dispositivo refrigerante, lo cual también podría traer modificaciones en el diseño general del salón de fermentadores. También puede la levadura influir en la construcción y equipo de otros departamentos de la destilería al parecer desconectados directamente del proceso fermentativo. Por ejemplo la capacidad del edificio de envejecimiento o curación del ron fresco, así como el número de barriles a utilizar, pueden ser modificados por las características de los organismos fermentativos, pues los hay capaces de producir un ron de rápida, mediana o lenta madurez. Demás está decir que mientras menos tiempo de almacenaje se necesite para impartir al ron crudo la madurez necesaria, menor será el número de pipas empleadas y menor la capacidad cúbica del almacén de envejecimiento. Por éstas, y otras muchas razones es conveniente diseñar la destilería una vez conocidas las características del organismo que ha de producir el ron.

Por el contrario, dado el caso (que es el más frecuente) que ya tengamos la destilería equipada y lista para comenzar operaciones, entonces es igualmente importante la selección de la levadura más adecuada a las condiciones de la fábrica. Aunque repetimos que el orden debe ser inverso, esto es, acomodar la destilería a las exigencias del organismo que ha de hacer el ron, y no la levadura a las restricciones de la destilería, pues en este último caso nos veríamos muchas veces obligados a dejar de usar el organismo más

adaptado a la clase o calidad del producto final apetecido, por deficiencia de equipo o espacio.

Si, como vemos, la selección de apropiada levadura está íntimamente relacionada con diseño y equipo de la destilería, esta relación se acrecenta y adquiere mayor importancia cuando la consideramos desde el punto de vista del producto acabado, esto es, del ron comercial. Desde luego, que estamos considerando especialmente el caso en que el destilador es también rectificador de su producto; pero aún en los casos (como existen) en que el destilador meramente suministra con ron fresco la demanda de los rectificadores, siempre resulta de gran importancia la selección de la levadura, pues un ron que es malo al salir del alambique, NUNCA será más tarde un producto de primera calidad, no importa por cuántos procesos de rectificación se le hiciere pasar.

La levadura más adecuada a utilizar es aquélla que, adaptándose al equipo de fábrica existente, también es capaz de impartir al ron las características deseables en más alto grado, ofreciendo al mismo tiempo un rendimiento razonable. Dentro de ciertos límites económicos el rendimiento es de menor importancia que la calidad del producto. Debemos, pues, determinar, experimentalmente si posible fuere, el tipo de ron que deseamos producir, mediante la apropiada selección de organismo fermentativo. Este puede ser un tipo “pesado” como el jamaquino, o “liviano” como el cubano, o algo intermedio entre estos dos extremos. La diferencia fundamental entre los tipos cubano y jamaquino se debe en un 90 por ciento a la diferencia entre los agentes fermentativos que entran en juego en la producción respectiva, y quizá un 10 por ciento al método de destilar y curar. De estos puntos hablaremos más ampliamente en subsiguientes capítulos.

Preguntará el lector: ¿cuáles son esas diferencias existentes entre las diversas y variadas estirpes de levaduras que tanto influyen en el ron? Pues bien, las levaduras se diferencian en velocidad de propagación; en tiempo de generación; en poder de multiplicación; en capacidad de atacar los diferentes azúcares; en resistencia a contaminaciones; en rendimiento alcohólico; en adaptación a diferentes concentraciones de azúcares en el medio. También requieren diferentes concentraciones del ion de hidrógeno en el medio; diferentes temperaturas óptimas; producen diferentes cantidades de ésteres, aldehidos, alcoholes superiores, y otros cuerpos que forman el “bouquet” o aroma típica del ron; pero sobretodo se diferencian grandemente en la habilidad de producir aceite de ron, que es, entre todos los cuerpos aromáticos, el más importante, y el que imprime

un sello de exclusividad y distinción a los rones de alta calidad. Sobre la naturaleza de este aceite de ron hablaremos más extensamente en otros capítulos. Por lo expuesto anteriormente veremos que las diferencias existen, y que por lo tanto la selección cuidadosa de levadura no es mera teoría, sino realidad de importancia, tanto industrial como económica.

Cualquiera que fuere el tipo o variedad de levadura seleccionada, ésta debe ser usada solamente en cultivo puro; y lo que es de igual importancia, deben tomarse las medidas necesarias para *conservarla* pura durante *todo* el tiempo de su utilización en la destilería. No es posible esperar un producto consistentemente de la misma calidad; invariable en gusto, aroma, cuerpo, etc., si no usamos un cultivo puro, que imprima sus características siempre del mismo modo y en igual intensidad. ¿Podríamos confiar en la estabilidad de un edificio fabricado con mezclas en diferentes e ignoradas proporciones de los ingredientes que forman el concreto? Al trabajar con levaduras adventicias o con cultivos impuros el destilador pierde todo sentido de confianza y certeza en el resultado final, siendo cada nueva batición que fermenta un nuevo problema. Se expone además a obtener rendimientos *muy variables* y siempre anormales, sin que le sea posible trazar la *causa* y aplicar la curación. En cuanto a la calidad, ésta será más *variable* todavía y más incierta que los rendimientos.

Ahora bien, no basta tener un cultivo puro de *cualquier* levadura para asegurar buenos resultados; el hecho de ser puro no implica siempre eficiencia, ni garantiza que haya de producir un buen ron, ni grandes cantidades del mismo. Es necesario que el cultivo, además de puro, sea de una estirpe adaptable a la producción de ron; por ejemplo, hay levaduras capaces de producir vinos exquisitos; pero que aplicadas a la manufactura de ron fracasaron totalmente. Igualmente existen levaduras de inmejorables condiciones para la producción de alcohol industrial, pero que aplicadas a la fabricación de ron resultan inadecuadas. Esto último, aunque parezca extraño es en realidad sumamente natural y lógico, puesto que las cualidades (excepto la de producir alcohol etílico) que hacen una levadura recomendable para la manufactura de alcohol industrial son antagónicas a las cualidades inherentes de una levadura especialmente adaptable a la producción de ron. En el primer caso, la levadura ideal sería aquella que transformase los azúcares de la batición en alcohol etílico y gas carbónico solamente; mientras que en el caso de fabricación de ron tenemos gran necesidad de los cuerpos secun-

darios tales como ácidos orgánicos; aldehidos, ésteres; alcoholes superiores; y sobre todo, del *aceite de ron*.

Hemos visto que necesitamos trabajar no solamente con cultivos puros, sino que éstos deben poseer las condiciones y características necesarias para producir ron de alta calidad. Satisfechas estas dos condiciones, el fabricante debe asegurarse de *conservar* este cultivo *puro y activo*. Esto último es mucho más difícil que la adquisición del cultivo. Solamente existen dos medios de conseguir este fin, siendo el primero que indico el superior:

1. Utilizando los servicios de un experto fermentólogo, o bacteriólogo especializado en esta clase de trabajo.
2. Instalando una máquina de cultivo puro de amplia capacidad en la destilería.

De estas máquinas, recomendamos la del sistema “Magñé” por ser, no las más baratas, sino las de más fácil manipulación, y las que mejor garantizan la actividad, estabilidad y pureza del cultivo.

Antes de cerrar este primer capítulo deseamos apuntar que en ningún modo queremos insinuar que la posesión de una máquina de cultivo puro hace innecesaria la presencia del fermentólogo en la destilería. Más bien la indicamos como un aparato que aminora el riesgo a que se expone el destilador que carece de adecuado personal técnico, pero nunca en el sentido de hacerlo innecesario. Por otro lado, en el caso de destilerías de mediana a gran capacidad productiva, la máquina es altamente conveniente, aún existiendo el personal técnico adecuado.

## II

### SELECCION DE LA MATERIA PRIMA

Este segundo capítulo trata un aspecto de la industria que representa tal vez aquel que menos atención recibe de los destiladores, pero que no deja de revestir gran importancia, tanto técnica como económica.

Estamos compenetrados del hecho que en las condiciones actuales se hace siempre difícil, y a veces imposible para la mayoría de los destiladores, la selección de la materia prima. Pero aunque sea en beneficio de los pocos situados en posición ventajosa para hacer esta selección, les ofrecemos gustosos el producto de nuestros estudios en ese sentido.

Generalmente, el ron, por lo menos en nuestra Isla, es manufacturado de jugo de caña, o de mieles finales procedentes de centrales azucareras. He podido observar, sin embargo, que la gran mayoría de nuestro ron proviene de mieles finales. Mucho se discute sobre las relativas ventajas que cada una de estas fuentes de materia prima ofrece al manufacturero, así como cuál de ellas produce el mejor ron.

Empezaremos, pues, por discutir la selección entre uno y otro tipo de materia prima, considerando en segundo término los factores que deben guiarnos en la selección dentro de un mismo tipo.

La comparación y estudio lo haremos en relación con los puntos siguientes:

1. Precio del material.
2. Rendimiento en ron.
3. Facilidad de proceso.
4. Calidad del producto.
5. Precio de fabricación por unidad del producto.

Para fines comparativos eligiremos caña y miel final representativas de calidad promedio, respectivamente.

#### (1) *Precio del Material.*

Una tonelada de caña obtiene un valor aproximado de \$5. Con esta suma de dinero pueden comprarse 100 galones de miel final. En ambos casos lo que nos interesa para fines de producir ron es la cantidad de azúcares totales adquiridas en cambio de nuestro dinero. Aunque existen otros factores de interés, éstos no son cotizables actualmente al hacer la negociación.

La tonelada de caña, al ser pasada por un molino de 75 por ciento de extracción nos rendiría 1,500 libras de jugo conteniendo alrededor de 17.5 por ciento de azúcares totales. Tendremos, pues, que la tonelada de caña nos dará  $(2,000 \times 0.75 \times 0.175)$  ó 262.5 libras de azúcares totales. Los 100 galones de miel final nos darán un promedio (conocido en la práctica) de 6 libras de azúcares totales por cada galón, o sea 600 libras en los 100 galones. No hay que discutir más el punto para ver claramente en cuál de las dos materias será más provechoso invertir nuestro dinero, ya que vemos por los números arriba citados que la miel final por el mismo precio ha de darnos más del doble en azúcares que la caña. Esto, sin tomar en cuenta el gasto adicional que hemos de realizar para convertir la caña en jugo.

### (2) *Rendimiento en Ron.*

Por lo expuesto y demostrado al discutir los precios relativos del azúcar adquirida cuando nos referíamos al precio del material, es lógico suponer que hemos de obtener más ron con la misma inversión de capital en el caso de usar la miel. En efecto, haciendo los cálculos pertinentes en uno y otro caso encontraremos que la tonelada de caña rendirá de 33 a 35 galones de ron a 100 P., mientras que los 100 galones de miel final rendirán de 80 a 88 galones del producto al mismo grado. Vemos claramente la ventaja de la miel en cuanto a rendimiento.

### (3) *Facilidad de Proceso.*

Podemos adelantar que también en este caso resulta la miel superior, como demostraremos a continuación.

Desde el punto de vista de equipo inicial nos encontramos con la necesidad de moler la caña.

Ya aquí tenemos el problema que el rendimiento en jugo dependerá del poder extractivo del molino y del contenido fibroso de la caña. La cantidad de azúcares extraídos dependerá además del estado de madurez y la variedad de la caña. Otros factores a considerarse son el valor inicial de la unidad moledora y el de su instalación; costo de operación, personal, reparaciones y piezas de repuesto; pérdidas de tiempo por accidentes mecánicos o falta de caña, etc. Pero no son los inconvenientes de carácter mecánico los únicos que complican el proceso, sino que también tendremos desventajas y complicaciones de carácter biológico, los cuales merecen la atención del destilador: El jugo de la caña al salir de los molinos arrastra consigo gran parte de la flora microbiana existente sobre la corteza de la caña, y en la tierra y otras materias que acostumbran venir con

la caña al molino. El molino mismo, si no se conserva en condiciones asépticas servirá de foco de infección para el jugo extraído. Muchos de estos organismos son capaces de producir fermentaciones indeseables en el medio y entrar en fuerte lucha con la levadura productora del alcohol. El número de estos organismos fluctuará entre 100,000 y varios millones por cada mililitro del jugo. Las consecuencias pueden ser desastrosas en la subsiguiente fermentación alcohólica si no se toman medidas especiales.

En cambio, la miel final viene a nuestras manos parcialmente esterilizada, debido a los diferentes tratamientos de calor porque pasa durante el proceso de la fabricación de azúcar. Es verdad que también contiene micro-organismos similares a los encontrados en los jugos, pero en mucho menos cantidad. Por ejemplo, el eminente bacteriólogo y experto en fermentaciones industriales, Dr. William L. Owen, de Baton Rouge, La., en un conteo microbiológico de los productos de una central azucarera, encontró un promedio de 280,000 micro-organismos de varias especies por mililitro de guarapo crudo, mientras que esta cifra se redujo a solamente 35,000 en el caso de la miel final.

Estos datos, y los ya expuestos anteriormente, nos indican que es más complicado el proceso de elaboración de ron de jugo, que de miel de caña.

#### (4) *Calidad del Producto.*

Muchas controversias y discusiones hemos escuchado entre los partidarios del jugo de caña y aquellos que prefieren las mieles finales como materia prima en la fabricación de ron. Aunque desde el punto de vista económico estos últimos han conseguido demostrar la superioridad de la miel sobre el guarapo, en cambio sus oponentes, partidarios del guarapo, nunca han querido ceder en cuanto a la calidad del ron se refiere.

Respetando opiniones diferentes, la nuestra es que bajo las condiciones en que se desarrolla la industria actualmente, y los métodos de fabricación generalmente empleados, resulta más factible elaborar un buen ron de mieles que uno mediocre de jugo de caña. Admitimos, sin embargo, que introduciendo una técnica especial y las modificaciones necesarias tanto en el pretratamiento como en el proceso fermentativo de la materia prima, llegaríamos a obtener un producto superior de los jugos que de las mieles; pero solamente en cuanto a la elaboración de los llamados "tipos ligeros" de ron se refiere. En la manufactura de "tipos pesados", similares al elaborado en Jamaica para la exportación, encontraríamos siempre la supremacía de la miel sobre el guarapo.



(5) *Precio de Fabricación por Unidad del Producto Destilado.*

En el caso de ron derivado de jugo de caña necesariamente ha de resultar más costosa la producción, salvo en casos especialísimos, detalles de los cuales no nos incumben.

En primer lugar tenemos el gasto adicional que representa la extracción del jugo de la caña, pero aún prescindiendo de este factor, veremos que al considerar el costo de elaboración a base de galón de ron a 100 P. tendremos en el caso de usar jugos unos 15 centavos por concepto del valor inicial de la materia prima, contra alrededor de 6 centavos en caso de usar mieles. Es costumbre estimar el gasto total de elaboración por galón de ron a 100 P. añadiendo 3 centavos al costo de la materia prima. Desde luego, que hay variaciones en esta cifra de una destilería a la otra, pero en general es una cantidad promedio aceptada en la buena práctica. Siguiendo esta regla, tendremos que el valor total en el caso de ron de jugos sería  $15 + 3 = 18$  centavos; y en el caso de ron de mieles  $6 + 3 = 9$  centavos.

De estos cálculos se infiere que a primera vista costará no menos del doble elaborar ron de guarapo que ron de mieles. En realidad la diferencia es más grande todavía, si tomamos en cuenta gastos extraordinarios de molienda; dificultades mecánicas, pérdidas de tiempo; y las mayores dificultades de carácter biológico que se presentan durante la fermentación de los jugos.

De acuerdo con las discusiones de los cinco tópicos que encabezan este artículo tenemos que llegar a la conclusión que bajo condiciones normales, es aconsejable la elección de la miel como materia prima. Sin embargo, para aquellos situados en posición que les haga más favorable o conveniente el uso de jugos de caña, deseamos indicarles que al seleccionar la caña tengan buen cuidado en atender los puntos siguientes:

1. La caña debe ser lo más recientemente cortada posible.
2. Usar con preferencia cañas de variedades "nobles" reconocidas como buenas rendidoras en azúcar.
3. Escoger variedades de fácil molienda; esto es, de bajo contenido fibroso.
4. La caña debe estar en completo estado de madurez.
5. El jugo debe ser de agradable aroma natural.
6. Las cañas deben venir al molino en el mayor grado de limpieza posible.
7. Debe usarse, con preferencia, cañas procedentes de fértiles terrenos, o de terrenos ampliamente abonados.
8. No se usarán nunca los jugos de caña quemada.

Veamos ahora cómo debemos guiarnos en la selección de mieles finales para uso en destilerías. Un detenido y laborioso estudio efec-

tuado sobre las mieles finales producidas en la Isla con miras a determinar sus cualidades para la producción de ron, nos indica que no existe gran variación en el porcentaje de azúcares totales, expresado como azúcares invertidos, en las diferentes mieles sometidas a estudio. Estas mieles comprendían muestras representativas de todos los distritos cañeros de la Isla, pasando su número total de veinte. En cambio existían grandes diferencias en los contenidos de nitrógeno, materia mineral (cenizas), gomas, y acidez libre titulable. También existían variaciones notables en los valores pH, gravedad específica, y aromas naturales; así como en las relaciones entre porcentaje de sacarosa (por Glerget) y azúcares invertidos; y entre azúcares totales y ceniza.

Aunque el contenido en azúcares totales es naturalmente el factor predominante en la compraventa de mieles, hay otros que influyen grandemente en el rendimiento y la calidad del ron de ellas derivado. Entre éstos, tenemos en primer lugar el valor pH; porcentajes de nitrógeno, fósforo, gomas, y ceniza; y el aroma inherente a cada miel. Este aroma natural de la miel muchas veces mal podría llamarse así; pero bueno o malo, ha de ejercer su influencia en el resultante ron.

Como cualquier otra planta, la levadura necesita nitrógeno, ácido fosfórico, potasa, y demás elementos necesarios a la vida vegetal. Las mieles de nuestra Isla suelen tener en mayor o menor cantidad estos elementos que han de servir de alimento a la levadura; pero no siempre los contiene en cantidades de concentración óptimas. La potasa está siempre presente en grandes cantidades; pero generalmente encontramos deficiencia en nitrógeno, y con menos frecuencia deficiencia en ácido fosfórico. En cambio, encontramos muchas veces cantidades anormales de ceniza y gomas, que son factores adversos a una buena fermentación.

El valor pH de la miel ejerce gran importancia en el curso de la fermentación pues cada micro-organismo vive, crece, se desarrolla y multiplica mejor, bajo determinado valor óptimo de pH en el medio. La presencia de alto porcentaje de gomas en la miel es detrimental a una buena fermentación, pues ejerce funciones inhibitorias en la levadura, reduciendo el rendimiento y la calidad del producto alcohólico. Por lo general dan lugar a un porcentaje desmedido de alcoholes superiores en el ron.

La gravedad específica de la miel debe también ser tomada en cuenta prefiriendo las de alta gravedad específica, esto es, las de alto grado Beaumé o Brix. Por lo general estas mieles contienen mayor cantidad de azúcares totales por galón; y además son menos acce-

sibles a infecciones de indeseables organismos durante su período de almacenaje. Las mieles de baja densidad han sido sometidas usualmente a un proceso de recalentamiento y dilución en las centrales azucareras, para facilitar el trabajo de la bomba encargada de trasladarlas del pozo de las centrifugas a los tanques de almacenaje. Esta operación suele llevarse a efecto mediante la acción directa de un chorro de vapor que al condensarse en contacto con la miel la calienta y diluye al mismo tiempo.

Si esta operación se exagera indebidamente, la miel resultante será de calidad inferior para fines fermentativos, no solamente por las razones ya expuestas arriba, sino principalmente por la caramelización que se desarrolla en ella mediante la acción directa del vapor de agua. La formación de caramelo trae consigo tres males fundamentales:

1. Disminuye el contenido de azúcares totales.
2. Desarrolla mal olor de carácter empireumático en la miel.
3. El caramelo actúa como inhibidor de las actividades de la levadura, debilitándola grandemente.

De aquí viene la importancia que le damos a la determinación de gravedad específica y al aroma natural de la miel.

Quedan todavía por considerar otros factores de la composición interna de la miel que, aunque en menor grado, influyen también en el proceso fermentativo, y en consecuencia en la calidad del ron resultante del mismo. Entre éstos, podemos mencionar la relación de la sacarosa a azúcares invertidos y la de azúcares totales a ceniza. Si bien es cierto que, como dijimos antes, el porcentaje de azúcares totales no varía gran cosa entre mieles de diferentes centrales, existen en cambio grandes diferencias en la proporción de sacarosa a azúcares invertidos. Estos últimos pueden encontrarse formando desde un quinto hasta la mitad de los azúcares totales. Pues bien, se ha demostrado experimentalmente que la proporción más favorable entre sacarosa y azúcares invertidos para fines fermentativos es de 2 a 1; esto es, los azúcares totales deben consistir de dos partes de sacarosa y una de azúcares invertidos.

La relación de azúcares totales a cenizas tiene importancia por cuanto al principio de la fermentación la proporción de azúcares a cenizas es amplia, por ejemplo 10:1; pero a medida que la fermentación progresa esta proporción se estrecha gradualmente, hasta que al final suele estar de 1:1. Ahora bien, este gradual aumento en la concentración de sales minerales en el medio, dificulta las funciones fisiológicas de la levadura grandemente y por lo tanto su actividad fermentativa. Estas dificultades se acrecientan y acentúan por la

formación de alcohol en escala ascendente y simultáneamente con el aumento en concentración salina del medio. De aquí que mientras más amplia sea la relación entre azúcares totales y cenizas en la miel, de mejor calidad resulta ésta.

Para terminar este segundo capítulo recapitularemos los factores que deben considerarse en la selección de una miel final para uso en destilerías. Los dividiremos en dos categorías: Primordiales y Secundarios.

Los primordiales incluyen un conocimiento del contenido en: azúcares totales; nitrógeno; fósforo, ceniza, gomas y valor pH.

Los secundarios incluyen relación de sacarosa a azúcares invertidos y de azúcares totales a ceniza; gravedad específica, y aroma natural de la miel.

### III

#### PRETRATAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

Con esta expresión deseamos significar aquel tratamiento a que es conveniente y beneficioso someter la materia prima antes de entrar en la preparación de la batición. El proceso de preparar la batición seguirá inmediatamente a este pretratamiento, pero este tema será desarrollado en el capítulo No. IV.

El proceso de pretratamiento tiene dos objetos principales:

1. La esterilización completa o parcial del medio.
2. La preparación del medio en condiciones óptimas para el desarrollo, durante la fermentación subsiguiente, del principio aromático conocido con el nombre de "Aceite de Ron".

Ya tuvimos ocasión de mencionar este principio aromático y pensamos tratar más extensamente sobre el mismo en el momento oportuno, dada su trascendental importancia en la formación del "*bouquet*" o aroma del ron.

El primer objetivo se consigue mediante la aplicación de calor a determinadas temperaturas. El segundo, además de aplicación de calor utiliza la acción de un agente químico de carácter alcalino; y en la práctica de destilería, recomendamos el uso de hidróxido de calcio.

El equipo necesario para efectuar la esterilización de la materia prima, difiere en construcción y costo inicial, de acuerdo a la clase de esterilización que decidamos producir; esto es, la absoluta o completa; o la parcial. En caso de usar esterilización completa se hace necesario un equipo a presión, consistente esencialmente en un **tanque** metálico de forma cilíndrica, con facilidades para ser cerrado herméticamente y capaz de soportar presiones de vapor de agua entre veinticinco y treinta libras sobre la atmosférica.

El uso de esterilización completa ofrece una sola ventaja, y en cambio muchas desventajas, sobre el uso de esterilización parcial. La ventaja consiste en la seguridad y absoluta confianza de que el medio ha quedado completamente libre de microorganismos extraños y perjudiciales a nuestro propósito, y que tomando las debidas precauciones podemos conservarlo estéril por tiempo indefinido. En ciertos procesos fermentativos, esta esterilización absoluta es de vital importancia. Las desventajas son varias, y diversas en **carácter**: en primer lugar las altas temperaturas a que necesariamente tenemos

que someter al medio pueden acarrear cambios indeseables en su estructura física o química, que lo invaliden para los fines que de él esperamos. Después tenemos el factor de alto costo inicial del equipo y de los materiales necesarios en sus reparaciones; mayor gasto en el personal que ha de manejar el equipo, pues tiene que poseer cierto grado de instrucción e inteligencia; y por último los riesgos de accidentes, que están siempre latentes en un equipo a presión.

Afortunadamente, el uso de esterilización absoluta del medio es innecesario y hasta indeseable (salvo en muy raras excepciones) en las destilerías de ron, CON UNA EXCEPCIÓN; y ésta consiste en que el medio en el cual ha de desarrollarse el cultivo puro de levadura que ha de usarse luego como semilla o pie en los fermentadores, debe ser absolutamente esterilizado antes de la inoculación con la levadura en cuestión.

Las destilerías equipadas con máquinas de cultivo puro adecuadas, tienen la facilidad de conseguir esta esterilización completa en la máquina misma, no necesitando por lo tanto ningún otro equipo adicional de esterilización absoluta. Entre éstas, la máquina de cultivo puro del "SISTEMA MAGNE" está diseñada para hacer este trabajo en condiciones de absoluta seguridad y eficiencia.

El caso de esterilización parcial del medio es mucho más sencillo, menos costoso, y está al alcance de cualquier fábrica, grande o pequeña. Es no solamente factible y deseable, sino altamente necesario. Existe también la ventaja en el caso de esterilización parcial de facilitar la combinación de esterilización y tratamiento con hidróxido de calcio en una sola operación. Esto último reviste importancia.

El equipo necesario en este caso consiste en un tanque de hierro o madera expuesto a la presión atmosférica, y provisto con un buen termómetro Centígrado, elementos de calefacción y refrigeración, y un eficiente agitador mecánico. Debe estar situado este tanque a nivel más alto que aquel ocupado por los tanques empleados en la preparación de baticiones, de manera que el material, una vez que haya recibido su pretratamiento, pueda descargar libremente a estos tanques por gravedad. Debemos indicar también que el tanque pretratador debe ser de capacidad amplia, de modo que pueda tratar en una sola operación toda la materia prima que ha de usarse en las baticiones durante el día.

Veamos ahora cómo debe efectuarse en la práctica este pretratamiento en el caso en que la materia prima empleada sea la miel final: Debido a la naturaleza concentrada de la miel en su estado natural,

aunque se necesita hacer cierta dilución, (consistente en una mezcla en partes iguales, POR PESO, de miel y agua) todavía el tanque pretratador no necesita ser de exageradas dimensiones. Su capacidad dependerá de la cantidad de miel diaria a ser tratada.

Como ejemplo tomaremos el de una destilería que utilice 1,000 galones de miel por día laborable. En este caso se necesitará un pretratador con capacidad total alrededor de 2,700 galones. En este tanque se echarán 1,440 galones de agua y se empezará la calefacción. Cuando el agua haya llegado a 80 grados Centígrado de temperatura, se empezará a incorporársele la miel, lentamente, y manteniendo el agitador en movimiento durante el transcurso de esta operación. Terminada la incorporación de la miel, se seguirá agitando la mezcla durante quince minutos adicionales. Pasado este tiempo se tomará una muestra de la mezcla, a la cual, después de haberla enfriado a la temperatura del ambiente, se le hará una determinación de su valor pH. Este suele variar pero ordinariamente resultará entre 5.0 y 6.0. En todos aquellos casos en que este valor inicial resultare menor de 5.8, se incorporará lechada de cal de 15 grados Beaumé a la mezcla, con cautela, en pequeñas proporciones; teniendo cuidado de tomar el valor pH de la mezcla después de cada nueva adición de cal. Cuando una muestra así tomada resultare tener un valor pH alrededor de 5.8 (puede variar más o menos una décima en valor) se suprimirá la adición de cal. Si durante este tiempo la temperatura de la mezcla ha variado de 80 grados Centígrado, se traerá de nuevo a este grado de calor, manteniéndola así durante diez minutos adicionales. El agitador mecánico debe estar en acción durante todo el tiempo. Pasados los diez minutos, la operación ha terminado, y comenzará entonces el enfriamiento de la mezcla. No es preciso traer la temperatura de 80 grados a la del ambiente, lo cual tomaría mucho tiempo y gasto de refrigeración. Debemos tener presente que este material está todavía en forma concentrada, esto es, a un Brix alrededor de 44 grados, y que para hacer la subsiguiente batición tendremos que rebajarlo notablemente con agua. Por lo tanto los grados de calor a que debemos bajar la mezcla del pretratador dependerá en gran parte de la temperatura del agua con que contemos para diluir el material finalmente al hacer la batición, y en el grado final de dilución que deseamos para ésta. Generalmente basta con bajar el grado de calor en el tanque pretratador a entre 55 y 60 grados Centígrado. La adición de agua necesaria al preparar la batición se encargará de terminar el proceso de enfriamiento.

En aquellos casos en que la mezcla resultare tener un pH mayor de 5.8 antes de ser tratada, entonces se incorporará a ésta suficiente

lechada para llevar el valor pH a 6.2; pero una vez terminado este proceso, se tratará la mezela con el suficiente ácido sulfúrico diluído para devolver el valor pH 5.8 nuevamente.

Hemos descrito este proceso detalladamente por la gran importancia que en la calidad del ron tiene, y los riesgos a que nos expondríamos al no seguir fielmente las instrucciones para llevarlo a cabo; pues el tratamiento con hidróxido de calcio, aunque sencillo en sí, es sumamente delicado en sus efectos, y si no se efectúa con las debidas precauciones puede redundar en un mal, en vez de un beneficio, como explicaremos más adelante.

¿Cómo se ha beneficiado la materia prima mediante este doble proceso de calefacción y tratamiento con cal? Pues de dos modos distintos: (1) desde el punto biológico y (2) desde el punto de vista químico.

Mediante la aplicación de calor a 80 grados Centígrado durante el tiempo indicado, hemos reducido notablemente los miembros de su colonia bacteriana, dejando en el material solamente las esporas que suelen ser muy resistentes al calor. Toda forma vegetativa ha sido eliminada. La vida microbiana que aún pudiere quedar en el medio estará en forma inactiva, incapaz de hacer daño a la subsiguiente acción de la levadura, hasta tanto que no pase de la forma de esporas a la vegetativa. Para ese tiempo ya la semilla de levadura pura habrá tomado posesión completa y predominante del medio, neutralizando con su vigoroso desarrollo y rapidez de acción sobre éste, cualquier acción desfavorable de estas formas vegetativas. Tratándose de levaduras de gran rapidez de acción, la fermentación alcohólica quedará terminada antes del desarrollo de formas vegetativas indeseables.

El tratamiento con cal tiene por objeto efectuar ciertos cambios de carácter químico en la composición del medio, tendentes a prepararlo para que la levadura pueda formar, durante el período fermentativo, el principio aromático más importante de todo ron, y el ÚNICO entre todos los que forman el "*bouquet*" que no se ha podido imitar por síntesis química: nos referimos de nuevo al llamado "Aceite de Ron".

Habiendo explicado en detalle el proceso del pretratamiento, y expresado sus fines e importancia, en el caso de usar mieles finales como materia prima, deseamos decir algo sobre el caso en que la miel es substituída por guarapo de caña crudo.

El empleo de jugo de caña crudo como materia prima puede decirse que aumenta la necesidad del proceso de pretratamiento.



En primer lugar, como hemos demostrado anteriormente, el jugo de caña crudo representa un material de cinco a diez veces mayor grado de contaminación microbiana que la miel; y en segundo término, es más difícil inducir la levadura a desarrollar el principio aromático en baticiones de guarapo que de miel. Podemos asegurar que es poco menos de imposible el desarrollo de este principio aromático en baticiones hechas con guarapo crudo, aun en el caso de emplear la misma levadura que lo produciría en baticiones de jugo pretratado.

En cuanto al proceso de pretratamiento es esencialmente lo mismo que en el caso de la miel. Difiere solamente en detalles y en que en el caso del jugo el tratamiento se efectúa sobre un material diluido, que hace a éste (el tratamiento) mucho más costoso y complejo. Habría que usar tanques de más tamaño y en mayor número; se necesitaría más espacio; más accesorios tales como agitadores, elementos de calefacción, termómetros, etc. Necesariamente el gasto en calorías para la calefacción será mucho más grande, y asimismo luego el gasto de refrigeración.

Debemos advertir también que llegado el momento de adición de la cal, ésta debe incorporarse al jugo hasta que el valor pH llegue a 7.0; bajándose este valor luego a 5.8 mediante la adición de ácido sulfúrico diluido. De aquí se deduce que también en el gasto de reactivos químicos resulta más costoso el tratamiento del guarapo que el de la miel.

Todos estos factores que estamos dando a conocer nos indujeron a decir al principio que era más fácil y mucho menos costoso fabricar un buen ron genuino de miel que de guarapo.

Antes de cerrar este tercer capítulo deseamos dar énfasis a una advertencia que ya bosquejamos al describir el proceso de pretratamiento: Si bien es verdad que el tratamiento con lechada de cal puede ser de gran beneficio a la materia prima, también es muy cierto que ésta es una operación aunque sencilla, delicada. Debe por lo tanto este proceso ser dirigido por persona competente y responsable. Si se lleva la acción alcalizante más allá de los límites marcados por los cambios de valor pH indicados en cada caso, podría convertirse el bien en mal. Esto puede atribuirse a la liberación de bases orgánicas o cuerpos de naturaleza alcaloide, que más tarde aparecerán en mayor o menor cantidad mezclados con el principio aromático del ron. El que haya tenido la oportunidad de oler estas bases, separadas de los fragantes constituyentes del ron, seguramente pondrá gran cuidado en evitar su generación durante el proceso de pretratamiento.

## IV

### LA BATICION

El proceso de preparar la batición es la última oportunidad del destilador para impartir a la materia prima aquellas condiciones que han de facilitar más tarde a la levadura el llevar a cabo su proceso fermentativo en condiciones óptimas. La batición bien preparada es comparable a un terreno debidamente abonado y acondicionado para la siembra; listo ya para recibir la semilla que en él ha de germinar, crecer y producir el deseado fruto. Es aquí, pues, el momento de dejar la batición en las más favorables condiciones antes de pasar a los fermentadores para ser inoculada con la semilla o pie de levadura pura. ¿Qué dificultades puede ofrecernos esta operación? ¿Qué factores deben guiarnos en la preparación?

Para el destilador que haya efectuado previamente el estudio de su levadura, y de la materia prima que usa en la batición, este proceso será sumamente sencillo y seguro. Conociendo las limitaciones naturales de su levadura y condiciones óptimas en que mejor se emplea, así como las deficiencias en la composición química de su materia prima, el proceso de preparar la batición será rápido y seguro, reduciéndose a subsanar las deficiencias del medio mediante la aplicación adecuada de las sustancias que le faltaren; y por otro lado, a impartirle, con conocimiento de causa, las condiciones físicas para el mejor desenvolvimiento fisiológico y fermentativo de la levadura.

Si por el contrario (que suele ocurrir con frecuencia) el destilador desconoce las características de la levadura que emplea, y la composición química del medio sobre el cual ésta ha de actuar, es lógico suponer que pueda incurrir en graves errores en la confección de la batición. Necesariamente carece de todo sentido de seguridad y confianza en cuanto a lo que ocurrirá al empezar el proceso fermentativo, y durante el tiempo que éste dure. Dependerá grandemente del factor SUERTE o CASUALIDAD.

Entre los errores en que podemos incurrir en esta etapa de la fabricación de ron, están los siguientes:

1. Dilución inadecuada del material.
2. Empleo de agua de dilución contraindicada para este uso.
3. Ajuste impropio del valor pH de la batición.
4. Uso de concentraciones inhibitorias de azúcares totales.
5. Desequilibrio en el balance adecuado entre sustancias nutritivas para la levadura.

En nuestro trabajo de consultas hemos tenido ocasión de estudiar multitud de fracasos fermentativos cuyas causas eran fácilmente trazables al desconocimiento absoluto de la levadura y de la materia prima empleada. Bajo estas condiciones—¿cómo podríamos asegurar que la batición ha sido bien preparada?

De lo que hemos expuesto arriba pueden inferirse los factores que entran en juego en la preparación adecuada de una batición. A nuestro juicio los fundamentales son:

1. Conocimiento exacto y minucioso de las características inherentes a la levadura que usaremos más tarde durante la fermentación.
2. Igual conocimiento íntimo de la composición química de la materia prima empleada.
3. La calidad del agua de dilución que empleemos para preparar la batición.
4. Habilidad y experiencia del encargado de esta labor.
5. Facilidades existentes para mantener el más alto grado de limpieza en el equipo y sus alrededores.

1. El conocimiento de las características inherentes a la levadura ha de ayudarnos mucho en la preparación adecuada de la batición. Entre otras características, nos conciernen aquí grandemente el pH óptimo que debemos dar al medio y la concentración óptima de azúcares totales. Ya hemos explicado que las levaduras difieren en cuanto al valor pH del medio que les favorece en mayor grado, así como los valores máximos y mínimos que son capaces de resistir sin perder su vigor fermentativo. Por lo tanto, al hacer la batición, debemos darle aquel valor pH que represente condiciones óptimas para nuestra particular estirpe. Nuestros experimentos en ese sentido tienden a indicar, que la gran mayoría de las levaduras de ron prefieren un pH de 5.8 para la producción de la mejor calidad y rendimiento de ron. En cambio las levaduras para la manufactura de alcohol industrial parecen preferir un pH alrededor de 5.0 para su mejor desenvolvimiento. No podríamos, sin embargo, marcar este valor de 5.8 pH como norma e invariable en todos los casos; por el contrario, recomendamos que cada destilador se tome la molestia de determinar el valor pH óptimo en que su levadura se emplea.

Con el uso de un potenciómetro o aparato de pH, es tarea fácil ajustar el valor deseado en la batición. Este ajuste se realiza mediante la adición de alcali o ácido, de acuerdo con el valor pH inicial de la batición. Subsiguientes lecturas del potenciómetro después de cada adición del reactivo adecuado, nos revelará el momento en que hemos llegado a la deseada concentración del ion de hidrógeno.

BAJO CONDICIONES IGUALES, UNA BATIACIÓN EMPEZARÁ A FERMENTAR TANTO MÁS LIGERO, Y CON TANTO MÁS VIGOR, CUANTO MEJOR AJUSTADO HAYA ESTADO SU VALOR pH AL PREPARARLA.

En cuanto al ajuste de la concentración de los azúcares totales en la batiación podríamos decir que reviste tanta o más importancia que el ajuste del pH. En esto también puede guiarnos muy certeramente el conocimiento de las características de la levadura que usemos. Existen levaduras que pueden fermentar disoluciones concentradas de azúcares (dentro de ciertos límites, se entiende), mientras que otras solamente son capaces de fermentar disoluciones de comparativa baja concentración. Entre estos dos límites, existe toda una escala de concentraciones favorables a ciertas estirpes y desfavorables a otras. Por lo tanto nada ganaríamos con aumentar la densidad de la batiación con la idea de obtener más alcohol en el mismo volumen, si nuestra levadura es incapaz de resistir esas altas concentraciones.

Hemos tenido oportunidad de analizar batiaciones ya fermentadas, en las cuales hemos obtenido valores de azúcares residuales entre dos y cuatro por ciento. Esto demuestra que la levadura usada fermentó una batiación muy concentrada para sus medios, dejando sin atacar un porcentaje demasiado alto del contenido en azúcares. Los valores normales para azúcares residuales son entre 0.5 y 1.5 por ciento. Vemos pues, la importancia de conocer a fondo las características de la levadura, y con este conocimiento como base, preparar las batiaciones en condiciones óptimas de pH y concentración de azúcares.

Para el dominio exacto de la concentración de azúcares totales en la batiación, es necesario una determinación directa de las mismas por métodos químicos o físicos. De estos métodos daremos detalles en el apartado No. VIII, al tratar sobre supervisión química y biológica de la destilería.

En la práctica, los destiladores desprovistos de laboratorios químicos y de personal técnico, (que son los más) se guían por el grado Brix o Beaumé de la batiación. Aunque esta práctica ofrece una orientación inexacta, es siempre beneficiosa a falta de mejores métodos. Nuestra experiencia nos indica que tratándose de batiaciones para ron, el valor óptimo está casi siempre entre 15 y 18 grados Brix, correspondientes en la escala Beaumé a 8.34 y 10.0, respectivamente. Pero como dijimos anteriormente, estos valores obtenidos mediante el uso de los hidrómetros Brix, o Beaumé, no son exactos para calcular el contenido de azúcares totales en la batiación, ya que esos valores solamente indican el contenido de sólidos totales en disolución, entre los cuales entran muchas otras sustancias además de los azúcares. Generalmente la lectura de 15 Brix en caso de una

batición de mieles finales indica de 10 a 10.5 gramos de azúcares totales por cada 100 mililitros de batición.

2. El conocimiento íntimo de la constitución de la materia prima ha de facilitar mucho, desde luego, la preparación de la batición. Ya hemos explicado que además de los azúcares, la levadura necesita otras substancias para su subsistencia, propagación y desarrollo. También dijimos que estas substancias deben encontrarse en adecuadas proporciones. Es por lo tanto de gran interés para el destilador, tener la *seguridad* que su batición quedará hecha de acuerdo con las condiciones arriba expresadas, esto es, que no ha de faltarle, en la cantidad adecuada, ninguna de las substancias necesarias a la levadura.

Entre los elementos que más falta hacen a la levadura tenemos: carbono, nitrógeno, fósforo y potasio; vienen después como menos importantes el hierro, azufre, manganeso, magnesio y calcio.

El carbono es utilizado como energía, formación de glicógeno, hemicelulosa, proteínas, goma de levadura, etc., el nitrógeno principalmente para la fabricación de proteínas y enzimas; el fósforo además de ser esencial fisiológicamente a la levadura, juega importantísimo papel durante la fermentación. Sin la presencia del fósforo no es posible la formación del alcohol. Los demás elementos son también importantes, aunque en menor grado.

Afortunadamente, tanto la miel como el guarapo de caña contienen en cantidades variables la mayor parte de estos elementos; pero existen casos de deficiencias, especialmente en nitrógeno y fósforo; y estas deficiencias deben ser corregidas al preparar la batición. Sin embargo, al hacerlo, hay que tener cuidado en no aumentar más de lo necesario el contenido de nitrógeno y fósforo, pues además del costo inicial de estos ingredientes, que aumentaría el costo de producción, tendríamos una desventaja mayor todavía, consistente en que cuando la levadura se encuentra en un medio excesivamente rico en estos elementos se produce en ella el fenómeno de "*apatía fermentativa*", en cambio de una extremadamente vigorosa multiplicación y desarrollo celular. En el lenguaje vulgar explicaríamos este fenómeno diciendo que la levadura se vuelve holgazana para la producción de alcohol.

Es necesario conservar sobre todo el equilibrio óptimo en el balance entre azúcares totales y los elementos de carácter nutritivo, estimulando de este modo la levadura al máximo de producción alcohólica.

3. La calidad del agua usada en la dilución de la materia prima al preparar la batición es de gran importancia, sobre todo si hemos

usado el proceso de pretratamiento descrito ya. La calidad del agua de dilución tendrá influencia no solamente en el transcurso de la subsiguiente fermentación, sino también en el proceso destilatorio a que ha de someterse la batición ya fermentada. De cómo afecta el agua usada en la batición el proceso de destilación, hablaremos al llegar al capítulo que trata del proceso en cuestión. Por lo presente, comentaremos brevemente cómo afecta al proceso fermentativo.

El uso de agua inadecuada, sobre todo en su aspecto bacteriológico podría echar a perder la labor realizada durante el pretratamiento de la materia prima. El agua de dilución pudiera ser de tan mala calidad, que su contaminación microbiana excediese a la que originalmente traía la materia prima antes de su pretratamiento. En caso tal, ¿qué habríamos ganado, desde el punto de vista de esterilización parcial, con el pretratamiento, si la obra entonces realizada la habríamos de echar a perder durante la preparación de la batición?

Es pues necesario usar el agua más pura posible desde el punto de vista microbiológico, y razonablemente pura desde el punto de vista químico. Si no fuere posible encontrar aguas naturales de estas condiciones, la instalación de una planta tratadora y filtradora del agua, se impone en la destilería. Hemos visto casos en que el rendimiento alcohólico ha quedado reducido a menos de la mitad, debido a la pésima calidad del agua usada en hacer las baticiones. Esto dará una idea de la enorme importancia de la calidad del agua en la destilería.

4. Cuando se desee preparar como es debido las baticiones, es preciso empezar por escoger un personal competente para llevar a cabo la operación. Debe el encargado de este departamento tener por lo menos ciertas nociones de lo que significa un cambio de valor pH; qué importancia juega en la fermentación el que la batición haya recibido la apropiada dilución; que contenga la debida concentración de azúcares totales; los necesarios elementos nutritivos, etc. También debe inculcarse desde un principio al personal, la necesidad que existe de trabajar en todo momento dentro de las condiciones más estrictas de aseo y limpieza. Representa una *muy costosa economía* dejar tan importante trabajo en manos de un irresponsable, por el mero hecho de podersele conformar con unas pesetas menos de jornal.

5. El tanque de preparar baticiones debe ser de cobre o acero pulido; de forma cilíndrica, y equipado con agitador mecánico o sistema de aire ESTÉRIL comprimido. Preferimos el agitador debido a las dificultades inherentes a la conservación del aire en estado de

esterilidad. También debe haber facilidades para la limpieza del mismo. El uso del “vapor de escoba”, semejante al usado en los tachos de las centrales azucareras cada vez que se descarga una templa, sería aquí muy recomendable.

Del modo que fuere posible en cada caso, es necesario mantener estos tanques y sus alrededores en absoluta limpieza. Al terminar las operaciones del día, debe el tanque o los tanques de baticiones ser lavados con “vapor de escoba” o agua caliente. Terminado este tratamiento es muy conveniente darles un baño interior y exterior con una disolución de “Montanin” o “Antiformin” al 5 por ciento. Al reanudar su uso en el siguiente día se lavarán de nuevo con agua caliente.

## V

### LA FERMENTACION

Hemos llegado al punto culminante en la manufactura de ron. El proceso fermentativo decidirá en gran parte la suerte que ha de correr el producto acabado. Todo lo que hemos expuesto previamente, todo el cuidado en la selección de levadura y materia prima, así como las operaciones descritas durante las etapas de pretratamiento y preparación de la batición, han sido efectuados con el único objeto de asegurar el éxito del proceso fermentativo. Al terminar esta importantísima etapa del proceso hemos de encontrar en el material fermentado todos los ingredientes de un ron crudo de primera calidad. En el líquido fermentado está el deseado producto; solamente nos faltará tener el cuidado necesario de separarlo con habilidad de todos aquellos elementos que pudieren perjudicar su calidad.

Este proceso mediante el cual extraeremos de la batición fermentada los elementos volátiles que componen un buen ron crudo, será discutido oportunamente. Por ahora volvamos a considerar el proceso fermentativo.

En el capítulo anterior describimos cómo debe prepararse la batición, y la influencia que una adecuada preparación de la misma tiene sobre el proceso fermentativo.

Algunas destilerías preparan sus baticiones en los fermentadores. Esta práctica no es recomendable, sino que deben haber tanques especiales para ese objeto. En estos tanques especiales (los cuales ya hemos descrito) tendremos oportunidad de preparar las baticiones, corregir defectos, y dejarlas en las condiciones más favorables antes de ser trasladadas a los fermentadores. La razón principal que tenemos para proceder de este modo, es que, en este caso quedamos en libertad para incorporar la batición al pie de levadura, el cual tendremos ya en el fermentador; mientras que si preparamos la batición en el fermentador, necesariamente tendríamos que incorporar el pie de levadura a la batición.

Algunos de los que nos hacen el honor de leer estas líneas se preguntarán—¿qué más da incorporar el pie de levadura a la batición o vice-versa? En apariencia parece indiferente seguir uno u otro curso; pero en realidad es mucho más conveniente y ofrece más garantía de éxito fermentativo incorporar la batición al pie de levadura. Vamos a explicar por qué:



Es sabido que la iniciación, y consecutivo desarrollo de la fermentación están influenciados en razón directa por el número de células activas en unidad de volumen. Para ilustrar este principio fundamental, daremos a continuación un experimento efectuado a este efecto: Cinco porciones de 100 mililitros de una batición de miel final, conteniendo 5 gramos de azúcares totales cada una, fueron inoculadas con cantidades diferentes de la misma levadura en cultivo puro; midiendo luego el tiempo requerido en cada caso para terminar la fermentación. Siguen los resultados obtenidos en forma tabular:

Gramos de levadura en 100 ml. de la batición.	Número de horas a 80° C requeridas para terminar la fermentación.
8 -----	10
4 -----	20
2 -----	40
1 -----	92
0.5 -----	180

Los resultados de este sencillo experimento prueban de manera clara y concluyente el efecto de concentración celular de levadura por unidad de volumen de batición. Ahora bien, si tenemos el pie de levadura en el fermentador, y rellenamos sobre éste con la batición, la concentración celular se irá diluyendo lentamente, ya que tardará una, o varias horas el traslado de la batición al fermentador. Además el número de células contenidas originalmente en el pie, irá reproduciéndose también a medida que se llena el fermentador a su marca, de manera que en todo tiempo conservaremos el medio en activa fermentación. Otra ventaja de este método de inoculación es la posibilidad de usar menos volumen de pie en caso necesario. También la mezcla del pie y la batición es mucho más eficiente y efectiva. Si por el contrario seguimos el método de incorporar el pie de levadura al total de la batición, tendremos una grande y súbita dilución de la concentración celular, que, como hemos visto, retarda la fermentación, y en casos exagerados puede impedirla de un todo. Por lo tanto, aquellos destiladores que por la naturaleza de su equipo se vean obligados a hacer las baticiones en los tanques de fermentar, para luego incorporar a éstos el pie de levadura, deben tener especial cuidado con el volumen que han de usar. En estos casos el volumen del pie variará con el vigor y rapidez propagativa de la estirpe de levadura utilizada; pero en ningún caso debe ser menor de un 5 por ciento del volumen total de la batición, y nosotros recomendaríamos un 10 por ciento para mayor seguridad.

Con la incorporación del pie de levadura a la batición o vice-versa, queda iniciado el proceso fermentativo. Ahora bien, en cualquiera

de los dos métodos, la semilla o pie debe estar preparada, y en condiciones de vigoroso desarrollo tan pronto esté la batición lista para ser fermentada. La batición NUNCA debe tener que esperar por el pie, sino que éste debe estar siempre listo y en condiciones de máxima concentración celular. Cuando la batición tiene que esperar por la semilla nos exponemos innecesariamente a contaminaciones perjudiciales; especialmente cuando trabajamos con equipo abierto, en continua exposición al aire. Por otro lado, esta demora es siempre tiempo perdido en la producción del ron. ¿Qué hacer, pues, para tener un pie siempre activo y vigoroso, listo en cualquier instante para entrar en acción? El uso de una máquina de cultivo puro de levadura es la mejor garantía que tiene el destilador para evitar demoras costosas, y posibles contaminaciones que suelen resultar más costosas todavía.

Especialmente adecuada para estos fines de conservación del cultivo está la máquina de cultivo puro "Sistema Magné". En estas máquinas la levadura se multiplica con gran rapidez debido a las facilidades que ofrece contra contaminaciones, y la admisión de aire en condiciones estériles, que provee ampliamente con oxígeno al cultivo de levadura que encierra su cámara de desarrollo y procreación.

Sea cual fuere el mecanismo usado para procurarse el pie de levadura, éste, como ya dijimos, debe estar siempre listo para ser usado. El tiempo de desarrollo de concentración máxima celular del pie debe medirse de tal modo que la batición no tenga nunca que esperar por el pie. La unión de pie de levadura y la batición debe venir en el ciclo de concentración celular máxima, y de máxima actividad y vigor.

Hemos discutido con alguna largueza el asunto de la preparación, cantidad, modo de incorporación, y otras propiedades inherentes al pie de levadura, por parecernos éste el factor predominante del proceso fermentativo. Todas las precauciones tomadas durante el pretratamiento de la materia prima y confección de la batición serían nulos en sus fines si no poseyésemos una semilla de levadura pura y en vigorosa actividad, para iniciar el proceso de la fermentación.

Después de iniciada la fermentación mediante la conjunción de la batición y el pie de levadura, no podríamos dar reglas fijas a seguir hasta la terminación del proceso, pues todo depende de condiciones de equipo; facilidades para dominio de los diferentes factores que influyen durante la duración del proceso; características inherentes al fermento usado; cualidades que deseemos impartir al producto final, y supervisión química y biológica existentes en cada caso. Las diferencias existentes respecto a las condiciones arriba

enumeradas harán que los métodos fermentativos varíen en unas y otras destilerías. Nos limitaremos, pues, a citar puntos de aplicación general, aunque flexibles a las variaciones que cada destilador quisiere o le fuese necesario darles.

Uno de los factores de la fermentación que suele interesar mucho al destilador es el tiempo total que tomará este proceso. En primer lugar este lapso de tiempo está regido por las características de la levadura. Las hay que son muy activas, capaces de terminar la fermentación en 24 horas o menos. Otras hay que requerirían dos o tres días bajo iguales condiciones; y otras todavía, que tomarían de siete a diez días en terminar la obra. De aquí la importancia de elegir con cuidado y esmero el fermento más apropiado a nuestras condiciones.

Ahora bien, el destilador tiene ciertos medios de modificar el lapso fermentativo hasta cierto punto, independientemente de la clase de levadura que utilice. Esta modificación puede ser de carácter acelerante o retardatorio, según se desee. Para acelerar la fermentación empezaremos por emplear un pie de levadura de mayores proporciones que el usual. Por ejemplo, una de nuestras levaduras experimentales tarda hasta 72 horas en terminar cuando la batición es inoculada con un pie equivalente a 5 por ciento del volumen total; de 48 a 56 horas, si el volumen del pie se sube a un 10 por ciento; y a 36 ó 40 horas si utilizamos un pie de 15 por ciento del volumen total de la batición. Tenemos, pues, que uno de los medios más fáciles a nuestro alcance para acelerar la fermentación es el de aumentar la cantidad de pie de levadura usado. Otro medio consiste en incorporar la batición al pie y no vice-versa, como ya hemos discutido. La combinación de ambos factores es, desde luego, más efectiva todavía. Podemos además acelerar la fermentación aumentando la temperatura a que ésta se lleva a cabo. Este último método es más factible en países templados o en destilerías tropicales situadas a apreciable altura sobre el nivel del mar; pues generalmente en los trópicos la temperatura de los fermentadores es tal, que más bien se necesita buscar medios de rebajarla.

La temperatura óptima de las mejores razas de levadura para fabricación de ron está entre 30 y 35 grados Centígrado. Pasados estos valores el poder fermentativo y de multiplicación celular disminuye considerablemente, perdiéndose por completo alrededor de los 50 grados Centígrado. Por lo tanto, conservando la temperatura de los fermentadores entre 30 y 35 grados conseguiremos acelerar la fermentación.

Todavía nos quedan otros tres medios, diferentes a los ya señalados para acelerar la fermentación. Uno de ellos es el uso de fermentadores de gran capacidad. Contrario a las apariencias, los fermentadores pequeños tardan más tiempo que los grandes en terminar la fermentación. Esto se debe a la relación entre capacidad cúbica y superficie de los tanques por un lado, y por otro, a que en fermentadores de gran volumen la temperatura interna es afectada en menor grado por los cambios del ambiente externo. En otras palabras, la temperatura se conserva más constante. Otro medio es el de usar bajas concentraciones de azúcares totales al hacer la batición. Las baticiones con baja concentración de azúcares ofrecen menos trabajo al fermento, y además la concentración en escala ascendente del alcohol que se va formando a medida que se usan los azúcares, nunca llega a los grados inhibitorios para la levadura. Por último, podemos acelerar la fermentación por medio de una suave agitación mecánica del medio, suplementada con la adición de ciertas sustancias activadoras, como polvo muy fino de carbón, bagacillo estéril, tierra infusoria, etc.

De todos estos medios que hemos mencionado, recomendamos el relacionado con el volumen y método de usar el pie de levadura al inocular la batición como el de más fácil manipulación, y el que mejores resultados ofrece.

Si por el contrario deseamos fermentaciones más lentas, haremos todo lo contrario a lo expuesto en el caso de aceleración. Esto es, usaremos el pie más pequeño compatible con una buena fermentación; rebajaremos la temperatura de fermentación; subiremos la concentración de azúcares al hacer la batición hasta donde sea factible sin interferir con la economía del proceso; eliminaremos el uso de activadores, etc.

¿Cuál de los dos métodos fermentativos es el mejor a emplear, el rápido o el lento?

Esta pregunta puede contestarse de acuerdo con la clase de ron que deseemos producir y de las comodidades de equipo con que contamos. Si deseamos un producto de mucho cuerpo, alto contenido en ésteres y otros cuerpos aromáticos; y sobre todo, la presencia del aceite de ron, entonces contestaremos que la fermentación lenta es preferible. En este caso, además del uso de una levadura de fermentación lenta, sería necesario que el equipo se adaptase a las características de la levadura. Por ejemplo, al usar una levadura de esta clase, o al retardar la fermentación por los métodos ya mencionados, el destilador corre más riesgo de infección del medio durante el proceso fermentativo si carece del equipo preparado expro-

feso para tales fermentaciones. En primer lugar, el pretratamiento, que siempre es deseable, se convierte entonces en una necesidad; y en casos extremos sería necesario acudir a la práctica de esterilización absoluta del medio. Además necesitaríamos amplia capacidad de fermentadores, y éstos del tipo cerrado. En dos palabras, nuestra preocupación sería la protección de la levadura contra posibles infecciones durante el largo lapso fermentativo.

Si por el contrario deseamos un ron de bajo contenido en ésteres, poco cuerpo, y baja concentración general de los congéneres de la fermentación alcohólica, entonces mientras más rápidamente termine el proceso fermentativo, más nos acercaremos al ideal deseado. La fermentación rápida ofrece las ventajas de poder realizarse con equipos y procesos menos costosos, personal menos experto, y con mayor garantía contra posibles indeseadas contaminaciones. Pero el destilador debe tener por base fundamental de su negocio, la *Calidad del Ron*. Nada debe hacerse que tienda a desmejorar esta calidad, que al fin y al cabo, es el factor que determina el éxito o fracaso de la empresa. Por lo tanto, el método fermentativo a seguir debe ser aquel que nos asegure el mejor producto, aunque ello envuelva más cuidado y gastos de manufactura. La competencia a base de precio solamente es efímera, y resulta contraproducente tarde o temprano. Es solamente perdurable y sostenible la competencia a base de calidad y servicio.

¿Cómo conocerá el destilador si su fermentación va progresando favorablemente?

Existen varios métodos para seguir el progreso de una fermentación alcohólica. El más científico y seguro consiste en tomar muestras a intervalos convenidos de los fermentadores, y determinar en ellas el porcentaje de azúcares totales y de alcohol. Pero para llevar a efecto este trabajo necesitaríamos de aparatos de laboratorio, reactivos, y personal técnico. El método más sencillo es llevar nota de las atenuaciones que sufre el líquido en fermentación en determinados intervalos, por ejemplo cada 6 ó 12 horas; de acuerdo con la clase de fermentación bajo estudio. El destilador anotará el grado Brix de la batición en el momento de la inoculación. Si la levadura es de acción rápida se le tomará esta lectura en períodos de 6 horas hasta la terminación del proceso. Si la levadura actúa lentamente estos períodos de tiempo se alargarán a 12 ó 24 horas, de acuerdo con su mayor o menor actividad fermentativa. Se observará que el hidrómetro Brix señalará lecturas en escala descendente hasta quedar estacionado en una de ellas. Cuando dos lecturas consecutivas señalan el mismo grado Brix podemos inferir que la fermenta-

ción ha terminado. La falta de movimiento que en el líquido produce el gas carbónico generado simultáneamente con la formación de alcohol, es otro indicio corroborante al de la lectura del hidrómetro Brix.

Sin embargo, no siempre la fermentación se ha llevado a efecto *completa* y satisfactoriamente porque obtengamos las señales arriba indicadas. Puede cesar la fermentación prematuramente, dejando en el líquido considerable cantidad de azúcares sin convertir en alcohol. Las causas son varias; agotamiento de los elementos que sirven de nutrición a la levadura; debilidad en el poder fermentativo de la levadura por los efectos inhibitorios de otros organismos que hayan logrado acceso al fermentador; elevación de la temperatura a grados inhibitorios para el fermento; alteración del pH por los productos de organismos extraños, etc.

Pero el destilador que conoce su levadura, conoce, desde luego, la atenuación total de que ésta es capaz, y la lectura del hidrómetro Brix le señalará si se ha llegado o no, al punto de atenuación acostumbrado. Si a pesar de no haber llegado a este punto, las apariencias de la batición indican que la fermentación ha cesado, entonces es preciso investigar la causa, o causas del fenómeno y aplicar el correctivo necesario. Las destilerías que ejercen supervisión química y biológica adecuada raras veces se confrontan con estos casos y de surgir alguno, pronto se encontraría la causa y se aplicaría el remedio.

Existe otro fenómeno fermentativo más raro todavía: El líquido en el fermentador se ve aparentemente en vigorosa acción; pero las lecturas del hidrómetro Brix no descienden como de costumbre, apenas indicando atenuación. Estos casos son casi siempre originados por la presencia de ciertas bacterias capaces de seguir con la fermentación del líquido una vez inhibida la levadura; pero sin producir la correspondiente formación de alcohol. Como generalmente estos organismos producen ácidos orgánicos y otras sustancias químicas que tienen aproximadamente la misma gravedad específica del agua, el hidrómetro Brix no puede marcar las atenuaciones con las grandes diferencias que produce en el medio la formación de alcohol. De aquí la importancia de la supervisión química y biológica de una destilería. Es cuando las cosas marchan mal, que se hace tan deseable la presencia del técnico.

¿Cuándo debe pasar al proceso de destilación el material fermentado?

Como regla fija y general deseamos consignar que en todo caso la fermentación debe haber llegado a su fin. Cuando destilamos el

contenido de un fermentador sin esperar a que la fermentación esté *completamente* terminada, obtendremos en primer lugar merma en el rendimiento alcohólico, y en segundo lugar la calidad del producto sufrirá también. Notaremos una excesiva crudeza y falta de *'bouquet'* en el destilado. Existe la práctica entre algunos destiladores de dejar reposar el material de 24 a 36 horas después de completamente terminada la fermentación, antes de destilarlo. Este proceder es muy recomendable desde el punto de vista de las buenas cualidades de suavidad, gusto y *"bouquet"* que se imparte al destilado cuando el tratamiento de reposo puede hacerse en favorables condiciones. Para seguir esta práctica necesitamos, desde luego, un buen número de fermentadores, preferiblemente del tipo cerrado; o tener tanques cerrados, especialmente contruídos para este fin. Terminada la fermentación, se pasa el contenido de los fermentadores a estos tanques especiales de reposo, lo cual sería el mejor método, pues así dejaríamos libres los fermentadores para su limpieza y nuevo uso.

Las objeciones a la práctica del reposo son que si se deja reposar el material fermentado en tanques expuestos al aire, tendríamos pérdidas de alcohol por evaporación, y lo que es peor todavía, el peligro de contraer contaminaciones de los microorganismos prevalecientes en el ambiente, especialmente ataques de *Mycoderma aceti*, los cuales son comunes en la destilería.

Nuestros exprimentos nos han dado a conocer ampliamente las ventajas del proceso de reposo del material fermentado antes de someterlo a la destilación, y deseamos finalizar este capítulo declarando que somos decididos partidarios del proceso, *siempre que la destilería cuente con el equipo y personal adecuado para practicarlo.*

## VI

### LA DESTILACION

En sentido general la destilación consiste en separar de manera más o menos completa un líquido volátil de sustancias fijas, o de menos volatilidad, a las cuales está asociado.

La batición fermentada contiene sustancias sólidas decantadas y en suspensión en el líquido; sustancias fijas solubles (sales orgánicas e inorgánicas, ácidos orgánicos fijos, etc.); toda una serie de líquidos volátiles; y gases, especialmente dióxido de carbono, disueltos en el medio. Aunque la composición del líquido fermentado es muy compleja, está esencialmente formada en primer lugar por agua y alcohol etílico. Los numerosos otros cuerpos que acompañan el agua y el alcohol varían en el grado de volatilidad, siendo unos menos, y otros más volátiles que el alcohol. Existen éstos en proporciones muy pequeñas, ínfimas en algunos casos; pero que en manufactura de ron no son en modo alguno sin importancia, ya que a ellos deberá el destilado su cuerpo, sabor, y aroma peculiar de ron.

Entre las sustancias volátiles que nos conciernen, además del alcohol, tenemos toda una serie de ácidos orgánicos: acético, propiónicos, butírico, caprílico, cáprico, láurico, y otros; siendo entre éstos de mayor importancia en cuanto a las cantidades respectivas presentes en la mezcla, los ácidos acético, propiónico y butírico. Tenemos también aldehidos, especialmente acetaldehido; alcoholes superiores como propanol, butanol, pentanol y otros más altos en la serie. Por último, encontraremos ésteres, que resultan de la combinación química de los ácidos con los alcoholes; aceites esenciales de varias clases; glicerina, y en algunos casos cantidades muy variables; pero siempre pequeñas, del aceite de ron. Este último componente mencionado es tal vez el de mayor importancia, en cuanto a la formación del "bouquet" se refiere. Los rones que lo poseen en mayor grado obtienen un sello de distinción en su aroma que les imparte una individualidad difícil de igualar o imitar.

Aplicada al ron la destilación tendrá entonces por objeto aislar de las sustancias fijas y de la mayor parte del agua, al alcohol etílico y aquellos de sus congéneres volátiles cuyos vapores condensados constituirán el destilado o ron crudo.

¿Qué aparato destilatorio será el mejor a emplear? Esta pregunta nos ha sido formulada en distintas ocasiones, y en realidad



es de difícil contestación sin antes hacer un análisis completo de las condiciones inherentes y peculiares a cada caso. Diremos, sin embargo, que existen por lo menos tres métodos empleables en la separación del ron crudo de la mezcla que representa la batición fermentada:

1. Por sucesivas destilaciones simples, o lo que es lo mismo, usando el método de rectificación por medio de la redestilación. Cualquier aparato destilatorio, por simple que sea su construcción se presta para este caso.
2. Mediante el uso de un alambique de destilación intermitente o discontinua.
3. Mediante el uso de un alambique de destilación continua, que son los más usados en la industria nativa.

Debido a lo poco económico que resultaría el primer método, en cuanto al tiempo empleado y al gasto de combustible necesario para hacer tres o más destilaciones sucesivas, queda éste casi por completo eliminado en la práctica. Lo mencionamos sin embargo, por ser el que produce el ron crudo de mejor calidad. Hemos comparado repetidas veces rones destilados de la MISMA BATIÇÃO: pero usando los tres métodos arriba expuestos, y en todos los casos los rones crudos hechos por redestilación resultaron los superiores. Nada hay de extraño en esto, si consideramos que el mejor *cogñac* en Francia es destilado de este modo. ¿Y qué es el *cogñac* sino un ron de jugo de uvas fermentado y destilado? En aquellos casos en que el combustible resulta gratis (por ejemplo usando el exceso de bagazo que producen algunas centrales), o muy barato, y además no haya que producir en grande escala, este método destilatorio es muy recomendable.

El segundo método, aunque no tan generalizado en Puerto Rico como el tercero, es un método comercial de grandes bondades y en Jamaica y las antillas francesas es el preferido para destilar los rones que más alto precio obtienen en el mercado mundial. Este segundo método, o sea el que utiliza alambiques de destilación intermitente o discontinua, ofrece ciertas ventajas y desventajas; ventajas en cuanto a calidad del producto, sencillez de construcción y flexibilidad en operación: y desventajas en cuanto a limitación de producción por unidad, economía de tiempo y combustible. Con los modernos alambiques de este tipo, sin embargo, la desventaja originada por pérdida de tiempo durante la carga y descarga del recipiente de la batición fermentada, queda casi eliminada, pues los hay que se construyen con recipientes gemelos, unidos a la misma columna, de modo que mientras uno está destilando, el otro descarga su batición exhausta, y se limpia y recarga con nueva batición para recomenzar la destilación

tan pronto termine la que se está llevando a cabo. De este modo la destilación es casi continua, y solamente nos quedaría la desventaja de mayor gasto en combustible.

El tercer método de separación del ron crudo, o sea el que utiliza un alambique de destilación continua tiene como los primeros mencionados, sus ventajas y desventajas. Las ventajas principales son de orden económico: mayor producción por unidad destilatoria, sistema más compacto y ahorro considerable de tiempo y combustible. De otro lado, la gran mayoría de los alambiques de este tipo construídos hasta el presente, aunque admirablemente diseñados y sin rivales para la producción de alcohol industrial, no sucede lo mismo cuando los aplicamos a la producción de ron y especialmente de ron de ALTA CALIDAD. La razón principal consiste en que en estos aparatos no existe el grado de fraccionación necesario para separar los cuerpos de *buen* y *mal* gusto, los que pasan mezclados en el destilado. De aquí resulta que el destilado contendrá en mayor o menor cantidad lo que llamamos cuerpos indeseables. Cuando se trate de eliminar esta objeción, suele caerse en el exceso inverso; esto es, el destilado será de tal manera puro al salir del condensador final, que ya deja de ser ron (aunque legalmente lleve este título) para convertirse en alcohol comercial de bajo grado. Puesto en palabras más sencillas, el caso de la destilación de ron en alambiques de destilación continua ofrece la desventaja de no poder producir ron a bajo grado (entre 130–140 P.) sin arrastre desmedido de impurezas y para eliminar este inconveniente nos vemos obligados a destilar a grados alcohólicos tan altos (170–180 P.) que entonces no solamente eliminamos los “indeseables”, sino también los cuerpos indispensables a la constitución de un buen ron.

Conocedores de este principio, los manufactureros de alambiques de destilación continua para ron, se han venido esforzando en construir aparatos que aseguran la continuidad y economía del tipo continuo con la fraccionación juiciosa de los productos, que ofrece el tipo intermitente. En algunos casos se ha llegado a una solución bastante feliz de este problema.

Cualquiera que sea el tipo de equipo empleado, el proceso fermentativo y la composición del material fermentado influirán notablemente en el proceso destilatorio. Todas las diferentes formas de materias contenidas en la batición fermentada (las cuales ya han sido previamente señaladas), influyen, o pueden influir en el proceso de la destilación, de acuerdo con el tratamiento sufrido durante el proceso fermentativo y las medidas más o menos eficaces que tenemos para

eliminar toda influencia adversa a la producción de un buen ron crudo.

Los destiladores que acostumbran y están debidamente preparados para dar reposo al material fermentado benefician indirectamente el proceso destilatorio, debido a que durante este tiempo de reposo las materias en suspensión tendrán oportunidad de decantar, yendo a formar parte del material ya depositado en el fondo del tanque. Tanto el material en suspensión como el sedimentado tienen la misma composición, aproximadamente, estando formados en su gran mayoría de células de levaduras y parte de los componentes no azúcares de la materia prima, que se han precipitado debido a la creciente reacción ácida del medio y al alcohol que se ha ido formando. En su gran mayoría con sustancias orgánicas nitrogenosas.

Ahora bien, en cuanto a la destilación se refiere, es altamente importante que esta materia en suspensión y decantada sea eliminada tal líquido fermentado antes de que éste entre al alambique. ¿Porqué? Pues sencillamente para evitar la formación de olores indeseables que conjuntamente se demanan “TUFO”.

Y ya que lo hemos mencionado, nos permitiremos no seguir adelante sin decir dos palabras sobre este llamado “tufo” del ron crudo. Este no debe existir en un ron crudo bien fermentado y mejor destilado. También han demostrado nuestros experimentos que tomando las precauciones de rigor, no es necesario destilar a 170 o 180 P. para eliminarlo. Hemos destilado rones desde 120 hasta 160 P. sin que en un solo caso haya podido notarse en el destilado el olor característico del “tufo”.

Volviendo a nuestro tema, decíamos que evitando la entrada al alambique de las materias en suspensión en el líquido fermentado, evitaríamos grandemente el “tufo”. Del mismo modo podemos decir que también conservaríamos el alambique más limpio, cualquiera que sea su tipo.

¿Cómo librarse de este material en suspensión que no sólo ensucia y encrusta el aparato sino que ocasiona el 90 por ciento del “tufo” en el destilado? Hay dos medios principales: (1) una buena decantación; (2) por filtración total del líquido; y de estos dos medios, sin duda alguna el segundo es el mejor y más efectivo. No sabemos de destilería alguna en el país que practique la filtración del líquido fermentado antes de su destilación, pero nuestros experimentos a este efecto nos han más que convencido de la gran eficacia de esta práctica en cuanto a su influencia sobre la calidad del destilado, y la conservación del alambique libre de suciedad e incrustaciones. Las diferencias en el destilado son apreciables de primer momento.

Cuando tratemos sobre la curación del ron crudo, veremos que en esta etapa posterior de la manufactura de ron se sentirán los efectos y consecuencias de haber o no seguido esta práctica. También notaremos la importancia de poder destilar a pruebas bajas, lo cual depende en gran parte de la formación o no formación de tufo al realizarlo.

Si como hemos probado experimentalmente, el 90 por ciento del “tufo” proviene del recalentamiento sufrido por substancias durante la destilación del producto, veremos que vale la pena buscar la eliminación de estas substancias antes de su entrada al alambique; y estos medios los hemos indicado arriba. Ahora preguntaremos—¿y el otro 10 por ciento restante del “tufo” de donde proviene? Pues ese 10 por ciento restante proviene de los productos de fermentaciones secundarias, o impurezas inherentes a la materia prima por ejemplo presencia de *sulfitos* en las mieles finales, o de algunos productos de la fermentación primaria, que no hemos tenido la habilidad de evitar durante la fermentación, o de separar durante la destilación. La diferencia entre una y otra causa u origen del “tufo” es que el 10 por ciento está *formado* y *disuelto* en el líquido fermentado, mientras que el 90 por ciento se forma en el alambique mismo durante la destilación. Tanto uno como otro son innecesarios y completamente *evitables*.

Además de ser influenciada la destilación por los sólidos en suspensión de la batición fermentada, lo será también por el grado de contenido alcohólico y sus congéneres, así como por la calidad del agua de dilución empleada durante la preparación de la batición. Esta agua suele influir en dos sentidos diferentes, pues si está muy cargada de sales minerales puede ayudar notablemente a la encrustación de los platos de la columna en el caso de alambiques de destilación continua, o del recipiente en el caso de destilación intermitente; y puede además esta agua traer los organismos extraños y nocivos, capaces de generar fermentaciones secundarias, cuyos productos contribuyan en parte a la formación de olores indeseables.

¿Cómo conducir la destilación para obtener los mejores resultados? No nos sería posible en un artículo necesariamente muy condensado dar en detalle todas las precauciones a tomar en la manipulación de los diferentes tipos de aparatos destilatorios; pero sí mencionaremos líneas generales de conducta a seguir en la destilación de ron, aplicables en cualquier caso.

Ya hemos discutido la conveniencia de eliminar, en el mayor grado posible, las materias sólidas del líquido fermentado antes de darlo entrada a éste al alambique. Es importante que la destilación no

sea forzada en ningún momento; ésta debe ser rítmica, lenta, acompañada y uniforme. Especialmente debe ser llevada con lentitud la destilación al empezar y hacia la terminación de la misma, y durante el tiempo intermedio debe procurarse conservar el mismo volumen de destilado por unidad de tiempo. La prueba del destilado marcada por alcoholímetro debe estar entre los grados de 160 a 170 P. en el caso de trabajar con aparatos de destilación continua; aunque este grado puede rebajarse con ciertos aparatos y tomando las precauciones necesarias. Como antes dijimos, trabajando con aparatos a destilación intermitente, el grado de prueba de la destilación puede ser más bajo que en el caso anterior sin menoscabo de la calidad del destilado. Es conveniente por varias razones trabajar al grado de prueba más bajo compatible con la producción de un buen ron. Esta precaución tendrá notable importancia durante el proceso posterior de la curación del ron fresco. Otro punto de importancia que rara vez suele tenerse en cuenta es el de la temperatura del agua de refrigeración al salir del condensador final. Esta no debe salir fría, ni siquiera fresca, sino templada, aproximadamente entre 45 y 50 grados de temperatura Centígrado. La refrigeración de la mezcla de vapores que entran al condensador final, y que condensados han de constituir el ron fresco, para ser de buenos resultados, ha de llevarse de manera que esta condensación no sea brusca o repentina, sino operada gradualmente, en forma metódica. La alimentación del refrigerante debe ser de tal modo que la parte inferior del condensador se mantenga fresco, la parte media tibia, y el tercio superior un poco más caliente. Un exceso de frío en esta operación impartirá dureza al ron fresco que destila, desequilibrando su "bouquet".

Cuando usamos un alambique de destilación intermitente, el grado de prueba del destilado puede ser regulado muy fácilmente, haciendo uso de mayor o menor reflujo total antes de dar comienzo a la destilación propiamente dicho. Del mismo modo podemos regular los volúmenes relativos de productos de cabeza, cuerpo, y rabos. Es también sumamente fácil con estos aparatos modificar dentro de amplio margen la constitución química del destilado, dada su gran flexibilidad de manipulación. La proporción entre volumen de ron fresco destilado y tiempo en que se destila puede variarse a nuestro antojo. En nuestro alambique semi-comercial hemos hecho destilaciones a razón de litro por cada cinco minutos, y también de litro por hora.

Una de las mayores ventajas del alambique a destilación discontinua para ron, es la facilidad con que podemos separar de los productos de rabo, aquellos nocivos de los que nos pueden ser útiles.

Los productos de rabo nocivos generalmente terminan su destilación cuando el alcoholímetro de la probeta marca alrededor de 30-40 P. Desde este punto hasta llegar al cero, los productos que destilan cambian sorprendentemente su aroma, el cual se torna suave y agradable. Es de gran utilidad recoger en recipiente aparte estas aguas ligeramente alcohólicas; pero cargadas de aceites esenciales, alcoholes superiores de muy alto punto de abullición, y ésteros valiosos; también de alto punto de ebullición. El uso que podemos dar a estas "aguas de rabo" lo discutiremos al tratar sobre la curación del ron crudo.

Cerramos este capítulo con el siguiente resumen, derivado de lo que aquí hemos expuesto y de otras experiencias personales:

1. En el caso de la manufactura de ron, la destilación es un proceso de *extracción selectiva y rectificante*, por medio del cual podemos mejorar el ron bueno o corregir (en lo posible) los defectos del ron malo. Pero bueno, o malo, el ron crudo queda formado al terminar el proceso fermentativo.

2. El proceso fermentativo tiene gran influencia sobre el destilatorio.

3. El tratamiento post-fermentativo del material fermentado es de gran importancia también en la etapa destilatoria.

4. El método destilatorio a seguir necesita estudio en cada caso por separado; pero en líneas generales diremos que cuando la calidad del producto es el factor más importante, entonces recomendaríamos el sistema de destilación intermitente o discontinuo; como también se llama.

5. Las ventajas económicas y de compactibilidad del sistema a destilación continua son innegables y aparentes. Para la producción en masa este sistema es el superior. Opinamos, sin embargo, que aún en este caso, sería conveniente hacer uso de ambos sistemas, teniendo un alambique de cada tipo. El de destilación continua para mantener la escala productiva, y el de destilación intermitente para producir el grado de calidad deseable. Mezclas juiciosas de ambos productos nos llevarían a la realización de producir un ron de buena calidad en grande escala.

## VII

### CURACION DEL RON CRUDO

El objeto de este proceso consiste en facilitar al destilado fresco la adquisición de la madurez, cuerpo, suavidad gusto y aroma que caracterizan un ron genuino de primera calidad. Hemos elegido la palabra curación en vez de envejecimiento por considerarla más apropiada.

No es el mayor o menor número de años en almacenaje solamente lo que imparte la madurez necesaria a un ron, pues los hay que en corto tiempo adquieren las propiedades necesarias para llamarse añejos; mientras que otros de mucho más tiempo envejeciendo no llegan al equilibrio de constitución, ni adquieren las otras condiciones arriba expuestas para llamarse ron curado o maduro. Todo depende del estado del destilado crudo en el momento de su envase, el equilibrio existente entre las numerosas sustancias que forman su "bouquet", y la naturaleza misma de estas sustancias. Las condiciones para llegar al estado de madurez óptima en mayor o menor tiempo, las recibe el destilado durante la fermentación, y las mejora y reajuste durante la destilación, si ésta es bien conducida. Por lo cual podríamos decir que la curación del ron en ciertos casos empieza en los fermentadores.

Este hecho lo hemos probado con rones fermentados y destilados durante nuestro trabajo experimental, que después de ser examinados por expertos de Hamburgo, Alemania, fueron declarados exactamente de la misma calidad del ron viejo original de Jamaica, importado allí. Lo más curioso de este examen fué el que a juicio del experto, nuestras muestras demostraban ser un ron maduro, de *largos años de envejecimiento en pipas de roble*, cuando en realidad las muestras sólo contaban seis o siete meses de haber sido destiladas. Por eso repetimos que no solamente el tiempo da carácter de vejez o madurez a un ron. El ron fresco debe ser envasado en condiciones de poder adquirir su curación rápidamente.

Hay quienes opinan que el buen gusto y aroma del ron solamente existen cuando le han sido artificialmente incorporados o cuando los adquiere tras largos años de envejecimiento en pipa. En este parecer no hay razón alguna: el ron fresco bien fermentado y mejor destilado en el apropiado alambique, trae consigo su aroma y gusto distintivos; aroma y gusto que sólo dañaríamos con la incorpora-

ción de cuerpos extraños; y que, desde luego, el envejecimiento adecuado perfecciona y suaviza. Pero ni los "agregados" artificiales, ni los años en pipa por sí solos pueden hacer un ron bueno y genuino de un destilado desprovisto de las cualidades indispensables de un producto de primera calidad. Es como si nos esforzáramos en convertir en un prodigio, a fuerza de enseñanza, un niño carente de inteligencia natural. El ron que ha de ser bueno más tarde, lo es ya en principio, acabado de destilar. Todo tratamiento ulterior sólo mejora, pone de relieve, y desarrolla sus cualidades inherentes de bondad.

Veamos ahora cómo debemos conducir el proceso de curación o madurez del destilado crudo. Existen dos métodos fundamentales de curación: (1) el lento y (2) el rápido o acelerado. El primero consiste en dejar en su mayor parte que la acción del tiempo y la pipa operen los cambios en cuerpo, gusto, aroma, suavidad, equilibrio constituyente y demás condiciones, que diferencian el ron curado y maduro, del destilado fresco. El tiempo, más o menos largo, necesario para llegar al resultado apetecido está regulado por: (1) la calidad del ron crudo; (2) modo en que éste es diluido antes de ser envasado; (3) calidad de las pipas de roble utilizadas a este efecto; (4) tratamiento previo dado a las pipas; (5) tamaño de las pipas; y (6) condiciones climáticas del sitio de almacenaje.

Cuando el ron crudo es de buena calidad, por ejemplo, límpido, cristalino, carente de tufo; de gusto y aroma agradables, del grado de acidez necesario; destilado a pruebas relativamente bajas (entre 150 y 160 P.) y poseedor de un contenido adecuado de aceite de ron: entonces más de la mitad del trabajo queda hecho; el éxito subsiguiente es cuestión de cuidadoso trato y atención a detalles.

Una operación aparentemente tan sencilla como la de diluir el ron crudo antes de su envaso en las pipas, puede echar a perder gran parte del trabajo realizado durante la fermentación y destilación del producto. Después de haber comprobado minuciosamente las dificultades de carácter interno en la estructura química del ron, originadas a causa de esta dilución que acostúmbrase hacer, estamos llevando a cabo ciertos experimentos tendentes a obviarlas; pero de los cuales no estamos todavía en condiciones de hacer declaraciones públicas.

Explicaremos lo que acontece a un ron crudo de calidad cuando le rebajamos el grado alcohólico con el diluyente (casi siempre agua pura) antes de someterlo al envase y almacenaje. Mientras más alta sea la calidad del destilado crudo más está expuesto a sufrir con este tratamiento. En cambio los alcoholes neutros, no teniendo nada que



perder, no son afectados de igual modo y no se necesitan precauciones especiales al diluirlos. Con los rones crudos de verdadera calidad, no podemos tomar demasiado precauciones; todas resultan pocas e ineficientes.

Al diluir un ron crudo de calidad (a 100 ó 110 P.) antes de ser envasado en las pipas de curación, desequilibramos casi siempre su "bouquet" y degustación, debido a dos causas distintas: (1) por disociación de parte de sus ésteres aromáticos, y (2) por separación de ciertos aceites esenciales, entre ellos el aceite de ron. Ni uno ni otro mal es aparente a simple vista. En primer efecto se debe a la acción hidrolizante del agua que separa el éster en sus dos componentes originales, ácido y alcohol; y el segundo se debe a que estos aceites esenciales son de difícil solubilidad en agua, y al recibir la de dilución, a veces fría y de manera brusca, se separan del conjunto de cuerpos que en el ron forman el aroma característico. Estos aceites están presentes en tan ínfimas cantidades que su separación pasa inadvertida; y esta separación es tanto más fácil por cuanto el conjunto aromático de un ron recién destilado está en condiciones lábiles, inestables, en estado de reajuste, en que el más ligero factor desequilibrante puede traer la disociación del conjunto. La pérdida de ésteres durante la dilución y tiempo subsiguiente hasta pasados los tres primeros meses, variará de acuerdo con el contenido original del destilado, método empleado en la dilución, naturaleza del diluyente, y temperatura y cantidad del mismo. Hemos encontrado pérdidas desde un 20 a un 60 por ciento del contenido original, calculando a base de alcohol absoluto contenido en el ron antes y después de la dilución.

¿Es posible impedir esta acción perjudicial del diluyente? A ese fin tienden nuestros experimentos actuales; pero por lo presente podemos decir que es posible por lo menos aminorarla. Esto se consigue tomando las debidas precauciones al diluir. En primer lugar, siempre que fuere posible (y en esto el pequeño productor tiene la ventaja) es conveniente substituir "AGUA DE RABOS" o aguas alcoholizadas a entre 30 y 40 P., por el agua pura, en el proceso de dilución. Estas aguas alcoholizadas, o mejor todavía "*aguas de rabos*" (de las cuales ya hemos tratado) se mantendrán en grandes tanques de madera de roble, y se usarán después de envejecidas por el mayor tiempo posible. En este estado constituyen el mejor diluyente para rones crudos.

No siendo posible, o resultando incómodo el uso de estos líquidos envejecidos, tendremos que recurrir al agua como diluyente. Si he-

mos de usar agua, ésta debe ser de la más alta pureza obtenible; destilada preferiblemente.

Cualquiera que sea el líquido empleado de los tres mencionados, la dilución debe conducirse del siguiente, o parecido modo: La destilería contará con una sala especial para diluciones, equipada convenientemente. En primer lugar tendremos un tanque de madera de roble provisto con agitador y unidad de calefacción, en el cual se elevará la temperatura del líquido diluyente unos cinco grados centígrado sobre la temperatura del ron crudo que será diluido. Este tanque estará situado a nivel más alto que aquel en que se hará la dilución; el cual será también construido de madera de roble de la mejor calidad. Estará este tanque conectado con el tanque del diluyente por medio de un tubo fino de estaño, o cobre estañado, el cual terminará en forma de aro en el fondo del tanque de diluir. Este aro estará lleno de menudas perforaciones por las cuales entrará el diluyente al tanque que contendrá ya el ron crudo que ha de diluirse. Un agitador mecánico mantendrá la mezcla de ron crudo y diluyente en continuo movimiento lento, durante todo el tiempo que durare esta operación. Debemos advertir que todo este proceso ha de llevarse a cabo pausadamente, sin prisa alguna, pues mientras más lenta sea la incorporación del diluyente al diluido, y mientras más finos sean los orificios del aro alimentador del diluyente, mejores serán los resultados obtenidos.

Cuado en nuestro apartado anterior decíamos que era conveniente destilar al más bajo grado compatible con la obtención de un buen ron crudo, una de las razones que teníamos en mente era esta dilución necesaria antes de envasar en pipas. ¿Por qué no envasar sin diluir? No hay duda alguna que desde ciertos puntos de vista este método sería muy conveniente. En primer lugar no habría la alteración de los constituyentes del destilado crudo, ni el desequilibrio en aroma y gusto. Al mismo tiempo tendríamos la ventaja adicional del uso de menos números de pipas, y de que la curación procedería con gran aumento en el contenido de ésteres debido a la eliminación de la acción hidrolizante del diluyente. Pero por otro lado, nos encontraríamos que a menos que destilásemos a muy baja prueba nos veríamos siempre obligados a efectuar el proceso de dilución después de ya curado el ron con lo que nada adelantáramos. Otros inconvenientes serían el de mayor pérdida alcohólica durante el tiempo de almacenaje y el mayor cuidado que sería necesario tomar en la selección y preparación de las pipas de envase. Otro método a seguir sería el de diluciones parciales extendidas durante el tiempo de curación; pero indudablemente que este método resul-

taría difícil de llevarse a cabo, necesitando tal vez un diseño especial del sitio de almacenaje. Lo ideal sería poder destilar ron crudo de calidad a pruebas suficientemente bajas para no tener que efectuar la dilución del destilado en ningún momento; ¿es esto posible? No podemos asegurarlo en el momento de escribir estas líneas; pero ése es uno de los puntos más interesantes de nuestras investigaciones.

Siguiendo la práctica actual de dilución con agua antes del envasado en pipas, es sencillo concebir que mientras menos diluyente tengamos que incorporar al destilado crudo, los efectos perjudiciales serán menores, y menos tiempo perderemos en el proceso de dilución.

Una vez diluido el ron crudo al grado conveniente para envasarlo, la siguiente pregunta es—¿cuál será el mejor envase a usar? Todos sabemos que las pipas de roble blanco son las indicadas; pero entre éstas existen grandes diferencias. Las hay de todos los tamaños, carbonizadas, sin carbonizar, parafinadas, etc.; la calidad en cada clase varía también considerablemente. Todas estas diferencias entre las pipas del comercio se reflejarán en el destilado durante su curación. En cuanto al tamaño, debemos guiarnos en primer lugar por la calidad del ron que deseamos producir y el tiempo probable que necesitamos conservarlo en la pipa para adquirirla; por lo tanto es ésta una cuestión a ser decidida particularmente en cada caso. Las cualidades de bondad del crudo nos servirá de valioso guía en la selección del tamaño. Desde luego que aquí entran también cuestiones económicas; pero como las primeras, éstas son a resolverse en cada caso. En sentido general, la pipa de poca capacidad acelera la curación del ron; pero en cambio ofrece mayores pérdidas por evaporación, mayor costo inicial por unidad de volumen, y más gastos de manipulación. La pipa carbonizada en su interior, acelera la curación del destilado, y si éste contiene “tufo”, tiende a eliminárselo o atenuárselo; pero no la recomendamos para envejecer rones de primera calidad, sobre todo de los destinados a figurar entre los de “tipos livianos”, pues la curación en pipa carbonizada les imparte color y cuerpo muy subidos y demasiado sabor a madera. De aquí resulta un ron con características de “whisky”. Estos malos resultados pueden atenuarse, sin embargo, mediante preparación y acondicionamientos especiales de la pipa antes de admitir en ella el ron crudo. En cuanto a las pipas cubiertas en su interior con una película de parafina o silicato sódico, la única gran ventaja que ofrecen es el de impedir la indebida coloración del destilado y las grandes mermas alcohólicas por osmosis y evaporación. Admiten del envejecimiento del destilado crudo, para de manera mu-

cho más lenta e incompleta que en el caso de las otras pipas. Opinamos que lo mejor sería un uso discreto de las tres clases de pipas mencionadas; especialmente para evitar tener que usar coloración artificial para obtener un color uniforme e invariable en el ron curado y embotellado. Decimos ésto por haber observado que todas las pipas de una misma clase no bastan para obtener un color uniforme e invariable en el producto acabado, ya que existirán notables diferencias entre lote y lote y entre pipas individuales dentro de un mismo lote.

La calidad de la pipa en sí, dependerá de muchos factores, algunos de ellos fuera de nuestro dominio o intervención. Entre éstos tendremos, región y clima donde se produjeron los árboles cuyas maderas entraron en la confección de la pipa; edad de estos árboles al ser cortados; modo en que fueron cortados; sitio del árbol que ocupaba la madera con que se hizo la pipa; existencia de nudos, de resinas; contenido y variedad de materias extractivas; tiempo en que fueron curadas las maderas antes de la fabricación de la pipa; y sobre todo, método de acondicionamiento usado en la destilería antes de admitir entrada a la pipa al destilado crudo.

Convenientemente seleccionada y tratada la pipa, debemos tener la precaución de no llenarla por completo al envasar el ron crudo, para facilitar expansiones que resultan de cambios de temperatura durante las horas calurosas del día, y también para permitir libre acceso al aire exterior a través de los poros de la pipa. Por último, el sitio de almacenaje de las pipas llenas, requiere cuidadosa selección, no debiendo ser excesivamente seco ni húmedo, y con libre admisión del aire fresco exterior.

¿Cómo se efectúa el mejoramiento o curación del ron en la pipa? No están del todo dilucidados los fenómenos de la curación; hay mucho que aprender y averiguar a este respecto, y sin duda alguna merecen cuidadoso estudio. Pero a la luz de lo poco que sabemos, podemos decir que esta curación se opera insensiblemente en el seno del líquido contenido en la pipa, y que podemos atribuir a los factores siguientes: (1) la evaporación lenta de una porción del alcohol, gracias a la porosidad de la pipa y temperatura y estado de humedad del ambiente; (2) a la disolución por el alcohol de ciertos principios constituyentes de la madera de roble; (3) a una serie de combinaciones y condensaciones químicas, desarrolladas bien por la acción recíproca de los elementos constitutivos del ron crudo, bien por la influencia sobre estos mismos elementos y sus combinaciones, del oxígeno del aire exterior que se filtra a través de los poros de la pipa para ejercer su carácter oxidante; (4) al estado de equilibrio

en que al fin llegan los componentes traídos por el destilado y adquiridos de la pipa; (5) a la temperatura prevaleciente en el sitio de almacenaje, pues como es sabido, el calor es un gran auxiliar de las combinaciones químicas. Debemos tener mucho cuidado con el grado de calor a sostener, pues a veces las pérdidas en alcohol hacen que su uso inmoderado no sea remunerativo.

Tratemos ahora ligeramente el método, o métodos de curación rápida o acelerada. Todos los rones no están destinados a adquirir su madurez bajo la lenta y suave, pero segura acción del tiempo y la pipa. Nuestra era es una de impaciencia y aceleración en todo los órdenes del desenvolvimiento humano, y la curación del ron no forma excepción a esta tendencia, en la gran mayoría de los casos.

Las exigencias del comercio, la falta de amplio capital, de adecuado consejo técnico, las necesidades cada día mayores del consumo, la competencia, obligan a los manufactureros a poner en venta sus productos en el más corto tiempo posible. Como resultado de lo arriba expuesto, se esfuerzan, en diversos modos, la gran mayoría de nuestros productores de ron en provocar en corto plazo las transformaciones características de un ron maduro, y hasta a comunicarles por aditamentos de diferentes composiciones, el gusto *aproximado* (fíjense bien nuestros lectores que decimos *gusto aproximado*) de los rones genuinos. En nuestra opinión los resultados hasta ahora obtenidos en este orden de ideas, son muy relativos, insuficientes y mediocres; quedando el problema del envejecimiento artificial sin solución satisfactoria hasta la fecha.

No negamos, sin embargo, la posibilidad de mejorar rones defectuosos por estos procedimientos rápidos; y seríamos los primeros en apreciar y aplaudir el advenimiento de un proceso aceleratorio que nos ofreciese rones curados de igual o superior calidad a los obtenibles por curación lenta. Eso constituiría un gran pase de avance en la manufactura de ron, y todo progreso es bueno. Es por esto que repasaremos a la ligera los métodos rápidos empleados, de los cuales tenemos conocimiento. Estos varían tanto como rectificadores hay; mas todos obedecen a principios generales.

Los procesos de curación rápida pueden dividirse en dos clases principales:

1. Aquellos que tienen por objeto acelerar la obra de curación del tiempo y la pipa sin la adición al destilado de ingredientes extraños portadores de aroma y gusto.
2. Aquellos que además de operar como los del primer grupo, emplean la adición de estos elementos extraños.

La clase de materia prima en la forma de destilado crudo, que tenga a manos el rectificador fabricante de ron, influirá en la elección del método a seguir entre las dos grandes divisiones que arriba hemos expuesto.

Los procesos de curación rápida son empleados casi siempre sobre dos clases distintas de destilados. El rectificador, (y sobre todo aquel que no destila su propio ron crudo) cuenta por lo general con un ron crudo defectuoso, o con un ron tan purificado que más bien podríamos llamar alcohol rebajado. En el primer caso su primer cuidado consistirá en remediar los defectos por métodos químicos, físicos, o combinaciones varias de ambos métodos; en dos palabras, eliminar el "tufo" de cualquier modo posible. En este empeño casi siempre terminan por eliminar el "tufo", y así también los constituyentes de aroma y gusto que no debieron eliminarse con éste. En el segundo caso el "tufo" no existe; pero así tampoco el aroma inherente del ron; consistiendo el principal cuidado entonces en impartir al alcohol rebajado sabor y "bouquet" de ron maduro. Esta no es tarea tan fácil como muchos creen; impartir el genuino sabor de ron maduro a un alcohol rebajado *no lo ha conseguido nadie todavía*. Para esto se haría necesario la síntesis química del "aceite de ron", cosa que no se ha logrado por ser desconocida su fórmula estructural. Y aún después de realizada esta síntesis intervendrían otros factores de cantidad, relación a otros componentes etc., que harían la tarea suficientemente ardua y difícil. Lo que sí se consigue fácilmente mediante el uso de alcohol rebajado es la composición de una bebida alcohólica que siendo realmente un licor o cordial, optamos por llamarle ron.

No queremos dar la impresión en manera alguna que opinamos que estas bebidas sean malas. Tal vez en algunos casos tengan, para muchos, sabor más agradable que el de un ron genuino; pero en ningún caso sabrán al verdadero ron.

Por eso debemos hacer una distinción entre los métodos aceleratorios que tienden únicamente a aligerar el trabajo del tiempo y la pipa; pero que no incorporan al ron crudo elementos extraños para darle aroma y sabor; y aquellos que acabamos de discutir. Pero para hacer uso de estos últimos se hace necesario empezar con un crudo de excelente calidad natural, lo cual es cosa rara en nuestro mercado. En estos casos hacemos uso del calor, el frío intenso; alternativas de calor y frío; aire a presión; los efectos de la corriente eléctrica; agentes catalíticos en combinación con ciertos carbones activados, etc. También tratamos de reemplazar la acción de oxidación lenta del oxígeno contenido en el aire, con una rápida e intensa

oxidación a base de gas de oxígeno, ozono, o agua oxigenada. No queremos siquiera mencionar el uso de otras sustancias químicas perjudiciales a la economía humana, por considerarlo fuera de lugar en este artículo.

Entre la lista de sustancias agregadas a los rones crudos durante su rectificación en algunos casos, tenemos en primer lugar los azúcares, en forma de sacarosa, jarabes de varias clases, dextrosa, miel de abejas, etc. Después toda una serie de extractos de flores, hojas, cortezas y raíces; la mayor parte completamente inofensivos y hasta beneficiosos al organismo humano. Le siguen vinos y cordiales importados o fabricados en la misma licorería productora del ron.

Opinamos que estas prácticas no son condenatorias siempre que se limiten al uso de productos botánicos inofensivos o beneficiosos al cuerpo humano, y otros por el estilo, como los vinos generosos de reconocida bondad; pero lo que sí aseguramos es que hasta la fecha el mejor método de curación es el que se deja en manos del tiempo y de una pipa bien seleccionada y preparada.

## VIII

### **SUPERVISION QUIMICA Y BIOLOGICA DE LA DESTILERIA**

Esta fase de la manufactura de ron no ha recibido todavía general aceptación en nuestra Isla. Se lleva a cabo en forma más o menos rudimentaria en raras excepciones. Podríamos decir que la industria del ron ocupa actualmente el nivel de desarrollo que tenía la industria de la caña de azúcar hace treinta años, en cuanto a métodos de supervisión se refiere. Como dijimos antes, existen bien conocidas excepciones.

La gran industria de alcohol en Estados Unidos reconoció desde un principio la necesidad básica de esa supervisión, y con experiencia personal sobre este asunto, podemos asegurar que en cualquiera de las grandes destilerías de alcohol industrial en Estados Unidos, el personal técnico sobrepasa en número al obrero. Este dato dará una buena idea de la importancia que allí se concede a esta importante fase de la industria. Sin embargo, la industria del ron necesita mucho más de esa supervisión que la de alcohol industrial. Es fácil competir en el mercado de alcohol industrial, pero muy difícil hacerlo en el de ron. Esperamos y confiamos en que del mismo modo que la industria azucarera de hace treinta años se dió cuenta gradualmente de la importancia de la supervisión en la manufactura de azúcar, así también la industria del ron despertará a la realización de esta necesidad en el transcurso de los próximos años.

Como en todas las demás etapas en la manufactura de ron, tampoco es posible dar reglas y métodos fijos de regulación que cuadren a todas las destilerías, ya que las condiciones de personal, equipo, métodos de elaboración, y calidad del producto final, suelen variar enormemente en cada caso. Nos limitaremos, pues, a ofrecer ideas generales, dejando sus modificaciones y cambios de adaptación a juzgarse en cada caso según deseo o conveniencia.

¿Es necesaria esta supervisión? De esto no cabe la menor duda; pues, ¿cómo podríamos trabajar inteligentemente desconociendo la composición química de nuestra materia prima, sus caracteres físicos, su contaminación microbiana, de un lado; y del otro desconociendo también las características biológicas y productos químicos del fermento que ha de operar y transformar esta materia prima? Por otro lado, ¿cómo podríamos seguir el curso del proceso y conocer su estado en cualquier momento dado, sin llevar una supervisión que



nos oriente y advierta los escollos y peligros a salvar? ¿Cómo eludir contaminaciones cuyo origen desconocemos? ¿Cómo conseguir caracteres en nuestro producto incompatibles con la naturaleza del fermento y medio ambiente en que se desarrolla y hace su trabajo? ¿Qué nos guiará para hacer cambios o introducir innovaciones útiles y necesarias? ¿Cómo saber los rendimientos a base cierta, las pérdidas, las causas de estas pérdidas y medios de subsanarlas, las eficiencias fermentativa y destilatoria, sin una supervisión adecuada?

Dada por admitida la necesidad de una supervisión química y biológica, ¿dónde debe comenzar y terminar cada fase? Podemos indicar que la supervisión empieza con la selección de la levadura; terminando la fase biológica con la entrada del líquido fermentado al alambique; y la fase química al embotellar el ron comercial curado.

Veamos como esta supervisión influye y presta servicio en las diferentes etapas de la manufactura de ron:

En la selección de la levadura entran factores biológicos y químicos, ya que podemos optar por levadura de fermentación alta o baja; lenta o rápida; de alta resistencia a contaminación o muy sensitivas a ellas; capaces de desarrollo en medios muy, medianos, o ligeramente ácidos; adaptables o no a altas concentraciones de azúcares, etc. Todas estas cualidades y aptitudes serán determinadas mediante aplicación de la supervisión biológica. Por otro lado, tenemos para elegir entre levaduras productoras de poco o mucho ésteres, alcoholes superiores, aldehidos, aceites esenciales y demás congéneres del alcohol etílico. Igualmente podemos elegir las clases de ésteres que son principales productos de diferentes levaduras. Aquí entra en nuestro auxilio la supervisión química.

En la selección de la materia prima también seremos guiados por su composición química, y este conocimiento nos pondrá en condiciones de calcular el probable rendimiento en ron que obtendremos, y calcular las enmiendas que hemos de efectuar para obtener la mayor eficiencia posible durante la fermentación. Deseamos indicar aquí, que la materia prima debe ser examinada en cuanto a su contenido en azúcares totales, nitrógeno, ácido fosfórico, gomas y ceniza. Además debe determinarse su valor pH y aroma natural. Todo esto pertenece a la supervisión química. Del lado biológico, un examen aun superficial del carácter y extensión de la flora microbiológica que acompaña a la materia prima, nos servirá de guía en la clase o intensidad del pretratamiento a que debemos someterla.

En el proceso de preparar la batición interviene de nuevo esta supervisión. Necesitamos saber la calidad del agua de dilución desde los puntos de vista químico y bacteriólogo. Además, es nece-

sario apreciar antes de efectuar la dilución, la eficacia del proceso de pretratamiento. Solamente un conteaje antes y después del pretratamiento nos asegurará del éxito obtenido es cuanto a la eliminación de vida microbiana. Tenemos también que determinar si la batición se encuentra en condiciones óptimas para que en ella se desarrolle una fermentación normal y vigorosa. El conocimiento de su contenido en azúcares totales determinada en gramos por cada 100 mililitros es de gran utilidad, pues nos dará la base para calcular el contenido total de azúcares en la batición en libras o kilos. De este modo sabremos a ciencia cierta la cantidad de azúcares que entregaremos en los fermentadores a la acción de la levadura. Este dato entrará luego en el cálculo del rendimiento a base de azúcares totales.

Del análisis de la materia prima podemos calcular las probables deficiencias de nitrógeno y fósforo en la batición sin tener que recurrir a nuevas determinaciones; pero aunque así mismo podríamos llegar a la determinación de los azúcares en batición, es mucho más conveniente hacer un análisis directo en este caso, dada la importancia de este dato en cálculos subsiguientes. Por lo tanto opinamos que en el caso de la batición, debemos hacer las determinaciones siguientes: valor pH; densidad por hidrómetro Brix; acidez titulable; y azúcares totales por el método químico de Eynon y Lane.

Durante el período fermentativo debemos anotar datos de la fecha y hora de inoculación, y hora en que comience la fermentación en cada fermentador; así como del porcentaje y edad del pie de levadura usado. También se llevará nota de las atenuaciones parciales durante períodos de tiempo convencionales; variaciones en valor pH; en temperatura, y acidez titulable. Terminada la fermentación se anotará la fecha y hora. Se tomará entonces una muestra de cada fermentador, en la cual se determinará valor pH, Brix final, acidez titulable, azúcares totales residuales, y alcohol por volumen y por gramos en cada 100 mililitros de batición fermentada. Se observará también el aroma característico del líquido fermentado.

Los datos obtenidos de Brix inicial y final nos permitirán calcular la atenuación total; la determinación de azúcares residuales nos facilitará calcular el porcentaje de azúcares fermentados; la determinación de alcohol por volumen nos facilitará el cálculo de los galones o litros de alcohol que entrarán al proceso destilatorio; y por último la determinación de gramos de alcohol por cada 100 mililitros de líquido fermentado nos dará el dato para calcular el rendimiento por peso, a base de libras o kilos de azúcares totales en la

batición original; y sobre azúcares actualmente fermentados. Conocido el rendimiento por peso en alcohol, se calculará entonces el por ciento de eficiencia fermentativa.

Si deseamos una supervisión química más segura y delicada durante el proceso fermentativo recurriremos a determinaciones periódicas de azúcares totales, alcohol por peso, valor pH, y acidez titulable. Con estos datos construiremos gráficas fermentativas que nos darán con certeza en cualquier momento dado, la relación entre destrucción de azúcares y formación de alcohol; así como cambios correspondientes de valores pH y acidez titulable. Este cuadro gráfico del proceso fermentativo es de gran valor y utilidad para descubrir anomalías e incidentes perjudiciales que pudieren ocurrir durante el lapso fermentativo. La invasión de la batición por organismos extraños o levaduras adventicias resultará en alteraciones notables en estas gráficas fermentativas.

En esta etapa de la manufactura de ron, la supervisión biológica juega, como la química importante papel. El primer cuidado es el de conservar el pie o semilla de levadura en condiciones óptimas de pureza y concentración celular. Para las destilerías equipadas con máquinas de levadura pura, la tarea resulta relativamente fácil, especialmente si se emplea la máquina del "Sistema Magné". En caso contrario, se necesita la atención constante y alerta del bacteriólogo o fermentólogo a cargo del proceso. A este fin el pie será examinado a frecuentes intervalos bajo el microscopio mientras está en preparación, y especialmente poco tiempo antes del momento de la inoculación. En este momento el pie debe haber llegado a su máxima concentración celular activa, y debe presentar gran mayoría de células jóvenes y activas. Sobre todo, debe estar completamente libre de contaminaciones. En caso contrario el pie no debe ser usado, pues equivale a sembrar un campo con semilla mala. Estos exámenes microscópicos nos darán una idea general del estado de pureza, especialmente en cuanto a contaminaciones causadas por esporas de hongos o por bacterias; pero en cuanto a infecciones con levaduras adventicias, a menos que éstas se diferencien marcadamente desde el punto morfológico, de la levadura de cultivo, ya el examen microscópico pierde mucho de su valor. Esto se debe a que es muy difícil, aún para el observador experimentado, determinar diferencias morfológicas entre levaduras parecidas. Existe además la desventaja de que un mismo tipo de levadura ofrece formas celulares diferentes, dependiendo de la edad, nutrición, acceso al oxígeno del aire, y reacción del medio en que se encuentre.

Existe un medio sencillo, sin embargo, para determinar la presencia de levaduras adventicias en el cultivo, el cual se intitula la prueba de esporulación. Es sabido que diferentes estirpes de levadura se conducen de modo distinto en esta prueba, existiendo grandes diferencias entre levaduras de cultivo y las adventicias. Hay levaduras que forman esporas en tiempo dilatado, o en medios especiales de cultivo; otras que esporulan en lapsos de tiempo muy diferentes; otras que aunque semejantes en cuanto al tiempo requerido, las esporas difieren en su posición en la célula, en número, y apariencia general de refractividad, tamaño etc.

Ahora bien, si el destilador conoce las características biológicas de su levadura, sabrá desde luego, todas las condiciones necesarias para su esporulación. Al hacer la prueba con muestra del pie o de los fermentadores, en el bloque de yeso usual, se dará cuenta, mediante observaciones microscópicas de si se presentan células con esporas en un lapso de tiempo distinto al usualmente tomado por la levadura de cultivo; o si entre las células en esporulación las hay con esporas diferentes en características a las ya conocidas por él como inherentes de su cultivo. De este modo sabrá si existe o no, contaminaciones debidas a levaduras adventicias. Desde luego, que cuando las diferencias morfológicas son muy marcadas entre la levadura de cultivo y la adventicia, podemos pasarnos sin la prueba de esporulación, siendo entonces suficiente la simple observación microscópica.

Estos exámenes biológicos deben efectuarse periódicamente durante la fermentación y en caso de estar en uso en la destilería el tratamiento de reposo de que ya hemos hablado, entonces debe extenderse esta supervisión hasta llegado el momento del proceso destilatorio. La infección del material fermentado es mucho más fácil de ocurrir después que ya la levadura ha terminado su proceso fermentativo, especialmente la infección debida a *Mycoderma Aceti*, que oxida los alcoholes a ácidos. En caso de encontrar señales de una infección peligrosa durante el tratamiento de reposo, lo que mejor puede hacerse es someter lo antes posible el líquido fermentado al proceso destilatorio.

Por medio de la supervisión química que hemos venido señalando en las etapas precedentes al proceso destilatorio, sabremos los galones de alcohol contenidos en el líquido fermentado que entregamos al alambique. Concluída la destilación sabremos el porcentaje de alcohol efectivamente recuperado por el aparato destilatorio. La diferencia entre galones de alcohol traído en el líquido y medidos después de la destilación representa las pérdidas alcohólicas durante el

proceso destilatorio. De estos datos calcularemos la eficiencia destilatoria de nuestro alambique. La eficiencia general del proceso será esta eficiencia destilatoria multiplicada por la eficiencia fermentativa.

El destilado crudo debe ser analizado antes de su dilución. Este análisis comprenderá determinaciones de prueba; alcohol por volumen y gramos de alcohol en 100 mililitros; aldehidos; ésteres; alcoholes superiores; furfural, acidez total, y determinaciones orgánolépticas de aroma y degustación.

Durante la destilación hay que tomar precauciones contra las pérdidas de alcohol. Estas pueden ser accidentales o por manejo inhábil del aparato. Entre estas pérdidas están las representadas por pequeños salideros en la columna, condensadores y demás adminículos del alambique; la que puede y suele existir en el mosto (*slops*) que descarga el alambique; y por deficiencia de refrigerante en el condensador final. De estas pérdidas la más importante suele ser la que ocurre en los mostos; la cual es preciso reducir a un por ciento mínimo. Esta suele ser mayor en alambique de destilación continua, llegando a veces a proporciones alarmantes si éstos no son bien conducidos. Para evitar esta pérdida, se efectuarán determinaciones de alcohol en muestras de los mostos según fluyen del alambique, y se efectuará la destilación de acuerdo con los resultados que se obtengan de estos análisis.

Las pérdidas de carácter mecánico deben desde luego, ser corregidas tan pronto se descubran. En cuanto a las pérdidas resultantes por deficiencia de refrigeración en el condensador, pueden ser ocasionados por una marcha forzada de la destilación, por falta de superficie refrigerante; por merma en la inyección del refrigerante, o por la temperatura de éste al entrar al condensador. Obstrucciones en la tubería o válvulas que regulan la admisión del refrigerante pueden ocasionar una gran disminución en el volumen de agua que entra al condensador, ocurriendo entonces la elevación desmedida de la temperatura del destilado.

Sería conveniente, por lo tanto, regular la temperatura del agua que sale del condensador, lo cual nos advertiría cualquier anomalía del proceso refrigerante. También es importante esta regularización de la temperatura del agua de salida del condensador, en cuanto a la calidad del destilado se refiere, como ya explicamos acerca de la destilación. Una vez cada 24 horas se hará una prueba cualitativa por determinar la presencia de alcohol en estas aguas. Si produce resultados positivos nos indicará averías en el condensador.

Durante el proceso de la curación todavía la supervisión química sigue jugando importante papel. Hemos mencionado que el desti-

lado crudo debe ser analizado antes de su dilución, e indicado las determinaciones necesarias. Del análisis del destilado crudo obtendremos datos para calcular el rendimiento en ron o alcohol a determinada prueba; calcular las pérdidas destilatorias y la eficiencia del alambique. También nos dará este análisis conocimiento de la composición del ron crudo. Ya hemos explicado que durante el proceso de dilución del destilado, si no tomamos las medidas de rigor, podemos alterar notablemente el equilibrio de composición química de éste, especialmente en cuanto a la cantidad de ésteres hidrolizados. Es conveniente, pues, reanalizar el destilado una vez diluido antes de ser envasado en las pipas de curación. Calculando los resultados analíticos a base de alcohol absoluto, antes y después de la dilución, podemos apreciar la extensión de los cambios sufridos en la estructura química durante ese tratamiento. Esto nos servirá de valioso guía para mejorar en lo posible las condiciones del proceso de dilución e introducir innovaciones en el mismo. Tanto mejor se habrá efectuado el proceso, mientras menos alteraciones se encuentren en los resultados analíticos al cotejarse.

Además de estos exámenes de orden químico deben hacerse observaciones de orden físico y organoléptico en el destilado crudo, antes, y después de su dilución. Por ejemplo, se tomará nota de su color, limpidez, viscosidad; así como de su gusto y aroma. A veces podrán notarse notables diferencias en estas pruebas, ante y después de efectuada la dilución las cuales serán índice de la eficiencia con que se ha llevado a cabo este tratamiento.

Hay otras pruebas importantes a que debería ser sometido el destilado crudo antes de ser envasado; como la destilación fraccionaria por medio del birectificador, la prueba del "bouquet" por medio de la acción del ácido sulfúrico al 50 por ciento de concentración; la de persistencia aromática mediante dilución sistemática; la determinación de la presencia o ausencia del aceite de ron, etc.

Una vez almacenado el ron para seguir su proceso de curación, todavía necesita de la supervisión química. Conviene durante esta etapa de la manufactura hacer análisis más o menos completos de los diferentes lotes de pipas llenadas con el producto crudo. Cada lote debe tener un número y un historial abierto en el laboratorio de supervisión. En este historial constará la fecha de destilación, grado prueba a que se destiló; fecha del envase; y los resultados de las pruebas químicas, físicas y organolépticas efectuadas en el crudo; así como volumen del destilado envasado. Este historial se seguirá ampliando con datos similares recogidos durante el tiempo total que dure su curación. Por ejemplo, cada dos o tres meses se

tomará una muestra representativa del lote, y se repetirán los ensayos ya efectuados en el destilado crudo. De este modo seguiremos paso a paso las transformaciones de la curación y sabremos cómo y cuánto va progresando la madurez del producto. Este trabajo es muy interesante y provechoso pues nos ofrece valiosa información, que de otro modo nunca conoceríamos. Encontraremos si realizamos estas pruebas, que el efecto hidrolizante sobre los ésteres ocasionado durante la dilución del crudo, se extiende a un período no menor de tres meses y así también los otros males que ocasiona la dilución; por lo cual encontraremos muchas veces que después del envejecimiento de tres meses, los resultados de curación son *negativos*, por lo menos en cuanto a la composición química del producto se refiere.

Para terminar este capítulo deseamos indicar que en nuestra humilde opinión la destilería debe contar no solamente con un personal técnico competente para efectuar la supervisión que hemos bosquejado, sino que también debe tener un cuerpo separado de técnicos, dedicado exclusivamente a trabajos de investigación. Si alguna industria necesita de esta clase de labor, ésta es una; si alguna guarda en su seno óptimos y sabrosos frutos para el investigador, ésta es una. El campo está completamente virgen; apenas si se han dado los primeros, vacilantes pasos; todo está por descubrirse y resolverse. Necesitamos hacer labor fecunda que pueda transformar esta joven y vigorosa industria en fuente perenne de riqueza y prestigio para el suelo nativo.

## IX

### **¿CUAL ES EL MEJOR EQUIPO DE LA DESTILERIA?**

En breves palabras contestaríamos que el mejor equipo es aquel que más facilidades ofrezca para la producción del tipo de ron deseado.

Cuantas veces hemos tenido ocasión de tratar este tema con presuntos productores, hemos podido observar que la idea en ellos predominante, lo que para ellos evidentemente va a decidir el éxito a fracaso de la empresa es el alambique por el cual han de decidirse.

¿Adquiriré un alambique francés, alemán o americano? ¿Qué nación fabrica los mejores? Estas son preguntas que hemos oído muchas veces; e invariablemente hemos respondido que cualquiera que sea la nacionalidad del alambique, o la casa productora elegida dentro de una misma nacionalidad, en todos y en cualquiera de los aparatos se podrá destilar rones buenos y rones malos.

Desde luego, que hay buenos, mejores y peores aparatos destilatorios; pero solamente debe darse a esta parte del equipo la importancia que le corresponde. Que esta importancia es grande, es innegable. No dependerá la calidad del ron de la mayor o menor complicación de diseño y majestuosidad de aspecto exterior del alambique. Aquí lo significativo es el tipo de alambique en su relación a la clase y calidad de ron que deseamos producir, y a los factores económicos que determinen el desenvolvimiento de nuestro negocio. El alambique ideal en un caso, puede resultar fuera de lugar en otro.

Ya al tratar sobre la destilación dijimos que podemos producir ron de alta calidad destilado en los tipos más sencillos de alambique; en aparatos, por ejemplo como los usados para producir el famoso cognac de la región de Charente, Francia. Las objeciones al uso de estos tipos de aparatos destilatorios no son de orden técnico, ni de calidad inferior, sino de orden económico. Usando de la redestilación como principio rectificante, resultan muy poco económicos en tiempo y combustible. En cuanto a la calidad del producto, no puede ser mejor, ni obtener más demanda del mercado.

Por lo tanto, en la elección del alambique debemos considerar los puntos siguientes: (1) clase y calidad de ron que intentamos producir; (2) volumen de producción; (3) método de curación que seguiremos; (4) calidad del agua con que contamos en la destilería; (3) límite económico de los gastos de producción. Estudiados, con-



siderados, y resueltos estos puntos, entonces podemos decidir el alambique a adquirir.

Si estamos decididos a que la calidad de nuestro ron sea el factor predominante y más significativo de nuestro negocio, entonces el alambique a destilación intermitente debe ser preferido; especialmente si no tenemos en mente una gran producción. ¿Qué deseamos producción en grande escala acompañada de alta calidad? Decidamos entonces por la adquisición de ambos tipos de alambique; uno de destilación continua para sostener el volumen de producción, y otro de destilación intermitente para asegurar la calidad. Existe una gran ventaja para las grandes destilerías en que el equipo destilatorio incluya ambos tipos de alambique, debido a las combinaciones que con mezclas de los respectivos destilados pueden efectuarse. De este modo podemos producir varios tipos para distintos gustos del público consumidor. ¿Deseamos un ron tipo jamaquino capaz de competir en calidad con los excelentes rones allí producidos? En este caso el alambique de destilación intermitente es el indicado. En dos palabras, antes de elegir el alambique, decidamos primero el ron que deseamos producir y hasta que grado de calidad estamos dispuestos a llegar en su elaboración.

El método curativo que decidamos emplear para madurar el destilado crudo, ha de influir en el tipo de alambique a emplear. Por ejemplo, si carecemos de suficiente capital para hacer uso del método de curación lenta de que hemos hablado y necesariamente tenemos que emplear diferentes "SALSAS" o "BASES" para impartir aroma y buen gusto a nuestro ron, entonces consideramos innecesaria la instalación de un alambique de destilación intermitente; el de destilación continua es el indicado en este caso.

Si contamos con agua de defectuosa composición química, entonces el alambique de destilación intermitente es preferible, ya que los platos de la columna en los alambiques de destilación continua se verían encrustados con depósitos minerales con gran frecuencia, ocasionando gastos de limpieza y pérdidas frecuentes de tiempo. Como es sabido la columna de los alambiques a destilación intermitente se conservan limpias y libres de encrustaciones por tiempo indefinido, ya que solamente entran a ella vapores puros libres de toda sustancia sólida.

Si hemos discutido el equipo destilatorio con preferencia, se debe a que, como antes dijimos, es el que más interés público parece tener. Pero lo que hemos dicho en ese caso, lo podríamos repetir al considerar el equipo de cada una de las etapas del proceso de manufactura de ron de que hemos tratado en el transcurso de este tra-

bajo. Consideramos por ejemplo la selección de los fermentadores. Estos pueden ser cerrados o abiertos; contruídos de metal, madera, o concreto enlacado; provistos o no con elementos de calefacción y refrigeración. Pueden consistir además de pocas unidades de gran volumen, o muchos pequeños; en forma pueden ser cúbicos, cilíndricos, cónicos, prismáticos, etc.

En la selección de este equipo debemos ser guiados no por el sentido absoluto sino por el relativo; no podemos pensar en el proceso fermentativo aisladamente, sino en sus relaciones con los procesos que le anteceden y aquellos que le suceden. Por ejemplo, ¿qué valor tendrían fermentadores cerrados si no entra en nuestro plan la supervisión biológica de las aguas y materia prima de un lado, y del otro, la recuperación del gas carbónico que se genera en el fermentador? El fermentador cerrado tiene dos objetos principales: (1) facilitar la recuperación de gas carbónico y del alcohol que éste arrastra, (2) ofrecer mayor protección contra posibles contaminaciones durante o después de la fermentación de la batición. Pero si no intentamos llevar a cabo esta recuperación, ni dominar infecciones mucho más probables y peligrosas provenientes del agua de dilución y de la materia prima, ¿a qué entonces los fermentadores cerrados?

Igualmente en cuanto a proveer los fermentadores con elementos de calefacción y refrigeración; solamente debemos hacerlo cuando estamos en condiciones de hacer uso eficiente y constante de estos adinículos. De lo contrario resultarán un gasto innecesario y un estorbo.

En cuanto a la forma del fermentador, opinamos que los cilíndricos son de más fácil manipulación en su limpieza; pero aquéllos con la forma de un cono truncado, tienen la ventaja de ofrecer menos superficie a contaminaciones del ambiente en el caso de usarse el sistema abierto.

Para la selección del número y capacidad de los fermentadores, si son preferibles muchos de pequeña, o pocos de gran capacidad, existen buenos argumentos en pro y en contra en cada caso. Los fermentadores en gran número ocuparán más espacio, necesitarán más atención, será más costoso su mantenimiento en buen estado; pero en cambio las pérdidas causadas por accidentes, o al dañarse una batición durante el período fermentativo, serán de menor cuantía. Trabajando en condiciones supervisadas, con muy pequeño margen de contaminaciones o accidentes; el punto que decidirá el tamaño y número de fermentadores a instalar es el de si deseamos trabajar

a fermentación lenta o rápida. Desde luego que esto lo decide en gran parte el tipo de levadura, como ya hemos explicado, pero con una levadura dada, la fermentación será más rápida mientras mayor capacidad tenga el fermentador. Ahora bien, fermentaciones lentas son indicadas para ciertos tipos de ron, y rápidas para otros. De donde volvemos a lo dicho en el caso de la selección del alambique: Toda selección de equipo debe ser considerada en relación a la calidad del ron que deseemos producir. Otra de las ventajas del fermentador de poca capacidad es la facilidad con que podemos variar el porcentaje del pie de levadura usado en su inoculación, en caso necesario.

En cuanto al material de construcción de que deben estar hechos los fermentadores, podemos decir que ordinariamente no se reconocen otras ventajas que las del material más resistente a las condiciones de trabajo y clima, y las facilidades en su limpieza; pero nosotros estamos efectuando experimentos que demostrarán que en ciertos casos el material de construcción asume importancia trascendental; hasta el punto que de ese solo factor puede depender el éxito o fracaso del proceso. En sentido general para presentes y futuros desenvolvimientos dentro de la industria del ron, optaríamos por los fermentadores de madera en preferencia a los de otros materiales. Cuando en el futuro próximo, exponamos ciertas teorías y procedimientos fermentativos, ahora bajo investigación, aduciremos las razones para esta preferencia que damos a los fermentadores de madera en el caso de manufactura de ron de alta calidad.

Lo esencial en la etapa fermentativa en cuanto a equipo, es poder contar siempre, y en cualquier momento con una semilla de levadura en su estado de máximo desarrollo celular y libre de contaminaciones. De esto depende el 75 por ciento del éxito en el proceso fermentativo. El mejor, (y pudiéramos decir el único) equipo para garantizar este estado de cosas lo constituye la máquina de cultivo puro; especialmente si ésta es de las del "Sistema Magné". Estas máquinas resultan las favoritas por su absoluta eficiencia y garantía contra infecciones; y por su método especial para conservar el cultivo en su estado óptimo de desarrollo celular.

Este equipo para conservar el cultivo constituye el corazón de una destilería, y sin embargo, es el que menos conoce, o parece preocupar al presunto destilador. Su costo es comparativamente bajo si lo comparamos con el de otros equipos, y tiene la ventaja de ser auto-liquidable, por las grandes economías que en tiempo y mayor rendimiento alcohólico proporciona su uso en la destilería. Con el dinero posible a ser economizado en una selección juiciosa y ajustada del

alambique, tendríamos para adquirir varias máquinas de cultivo puro.

Del modo como hemos tratado la cuestión del mejor equipo en los procesos destilatorio y fermentativo, podríamos revisar los otros equipos usados en las etapas de pretratamiento, batición, curación, etc., con lo cual, al llegar en cada caso a similares conclusiones, sólo conseguiríamos cansar a nuestros amables lectores. Condensando, podemos decir que:

- (1) El mejor equipo es aquel que mayores facilidades ofrece para la producción de determinado tipo de ron, previamente elegido.
- (2) El equipo en cada departamento no puede ser considerado en forma absoluta, sino relativa. El engranaje o concatenación de equipo en los varios departamentos es mucho más importante que el equipo individual de cualquiera por separado.
- (3) El mero hecho de poseer un modernísimo e impresionante alambique no basta para asegurar el éxito en la destilería. Este aparato es muy importante y su selección debe llevarse a cabo cuidadosamente; pero su importancia es solamente relativa.
- (4) La interdependencia de un proceso con su precedente y con el que ha de seguirle en la manufactura del ron, es tal, que la eficiencia general de la destilería no será mayor a la existente en su menos eficiente departamento.
- (5) La posesión de una máquina de cultivo puro es el equipo indispensable a la buena marcha, y sobre todo a la economía del proceso.
- (6) Un buen laboratorio de supervisión química y biológica es de gran beneficio para saber a ciencia cierta la marcha del proceso, los rendimientos, verdaderos, la eficiencia de la destilería, la calidad del producto; y por último, para orientarnos en la práctica de cambios o innovaciones que resulten en provecho general de la empresa.

Cerraremos este penúltimo capítulo, opinando que el mejor equipo de una destilería, después de todo, lo constituye de una parte el personal técnico con que cuente para su dirección, y el entusiasmo y fidelidad con que los obreros todos desempeñen sus respectivas tareas; y de la otra parte, la visión de la casa fundadora de la empresa, el ideal en mente, el sello de individualidad y pureza que deseen impartir a su producto, convirtiéndolo en uno de verdadero mérito, fuente de admiración y orgullo fuera y dentro del país: tanto para los productores como para sus consumidores.

## X

### CONCLUSION

En los nuevos capítulos precedentes hemos tratado de dar una idea somera, pero que abarcase en modo general todos los aspectos de la fabricación de ron. Necesariamente mucho se ha quedado sin decir, y mucho de lo dicho habrá que modificarse, revisarse o rectificarse más tarde, a medida que avancemos en el campo de nuestros estudios sobre la materia.

Esperamos que algunos de nuestros lectores interesados en la manufactura de ron se decidan por una supervisión eficiente del proceso, así como por introducir mejoras e innovaciones de elaboración tendientes a la producción de un ron cada vez mejor. Creemos asimismo que cualquier información fidedigna y basada en resultados experimentales, y observaciones obtenidas en nuestro contacto personal con la industrial según se desarrolla en esta isla, puede ser aprovechada, especialmente por aquellos pequeños productores que por falta de medios, se les dificulta emplear personal competente para entrar en el campo de estudios e investigaciones especiales.

La confección de un buen ron no es cosa fácil; es preciso cuidadoso estudio a cada paso si es que deseamos permanente éxito.

La importancia que la calidad del destilado crudo tiene, y su influencia sobre la confección del ron comercial, no son debidamente apreciados. Se confía demasiado en el efecto de las “salsas” o “bases” de aroma y gusto. También es verdad (y esto sirve de excusa a los rectificadores—fabricantes de ron) que muy pocos destilados del mercado tienen las características naturales de un buen ron crudo, y los hay que ni siquiera merecen la denominación de ron. Esta falta de habilidad entre los destiladores para ofrecer un producto crudo de verdadera calidad, obliga a los rectificadores-fabricantes a preferir alcoholes rebajados en la confección de sus rones comerciales. Usamos la frase “alcoholes rebajados” no en el estricto sentido legal o técnico, sino considerando como tal, todo ron crudo destilado a más de 180 grados prueba.

Nos preocupa pensar que no siempre podamos contar con el mercado de Estados Unidos, donde actualmente entran nuestros rones bajo protección tarifaria. La gran ventaja que esto significa tiende a hacernos poco cuidadosos en cuanto a la calidad de nuestros rones, pensando tal vez que las diferencias en los precios de venta serán su-

ficientes para inclinar la balanza del mercado a nuestro favor. Pero pensemos que un cambio en nuestro "status" político, o una legislación restrictiva de carácter federal puede cambiar súbitamente este orden de cosas, y entonces nuestra competencia tendría que llevarse a cabo a base de calidad, de bondad del producto. Y a ese fin hemos de prepararnos. Es necesario eliminar gradualmente las "bases" de color, aroma, madera y gusto, y producir mejores destilados crudos. La falta de buenos rones crudos hace que nuestros rectificadores-fabricantes tengan que optar por un ron fresco mediocre o francamente malo, con desmedido tufo: o por rones extremadamente puros, destilados a tan alto grado prueba que resultan carentes de los cuerpos esenciales necesarios a un buen ron crudo.

Prefieren estos destilados a tan altos grados prueba, sin cuerpos aromáticos naturales, ni degustación a ron genuino; pero que por lo menos carecen al mismo tiempo del insufrible "tufo", que tan difícil y costoso se hace luego eliminar. No dudamos que todo rectificador licorista, con verdaderos conocimientos de su arte y de lo que es buen ron, preferiría, de poder encontrarlo, un *verdadero ron crudo* como materia prima. Y ésto por muchas razones, entre ellas la economía grande que significaría la discontinuación del uso desmedido de sustancias aditivas, que, aunque inofensivas en su mayor parte, no por eso dejan de constituir un gasto adicional de importancia en la curación del ron crudo. Además, estos rones, con alto porcentaje de materias extrañas, tienden a crear sedimentos durante el tiempo que están sin venderse en los escaparates del comerciante; lo cual significa devoluciones costosas unas veces, y más costosas pérdidas de negocio en otras. Hay otras buenas razones por las cuales el rectificador licorista usaría gustoso un destilado crudo sin tufo, y teniendo al mismo tiempo olor y sabor a ron genuino; pero carecemos de tiempo y espacio para entrar profundamente en la materia.

Durante el transcurso de este trabajo, hemos mencionado varias veces el cuerpo aromático denominado aceite de ron. Creemos pertinente no terminar sin antes dar unos datos informativos sobre este valioso constituyente del ron, que forma el factor preponderante en el "bouquet" de un ron genuino. Este aceite esencial es un producto de la reacción del medio y la levadura. Dudamos de que esté como tal en el medio o que lo exude o produzca la levadura; más bien diríamos que mediante el pretratamiento del medio ponemos el material generador de este aceite en condiciones favorables para que luego la levadura, al actuar sobre esta sustancia directa o indirectamente, lo produzca. No todas las levaduras lo producen, ni la misma levadura siempre con igual intensidad; pues la prepara-

ción del medio es de igual importancia que la acción de la levadura misma.

Durante nuestros experimentos, hemos conseguido la producción de este cuerpo aromático en cantidades variables; pero siempre ínfimas. Especialmente dos de nuestras levaduras demuestran ser buenas productoras de este aceite esencial cuando las condiciones de la batición se ajustan para conseguir ese efecto.

Este aceite esencial es un líquido incoloro, más soluble en alcohol que en agua, y de gran refractividad. Su punto de ebullición es más alto que el del alcohol, y se volatiliza con cierta dificultad. El carácter de su aroma no puede ser mejor descrita que diciendo que huele a ron. No pertenece a la familia de los ésteres, aldehidos o cetonas, pues no reacciona como ninguno de estos compuestos químicos cuando se le aplican las reacciones de costumbre en la identificación de los mismos. Más bien presenta las características de un aceite esencial relacionado con los terpenos.

El método que ha de ser empleado para aislar este aceite esencial es muy penoso y complicado, pudiendo ser llevado a efecto solamente por un químico orgánico de reconocida habilidad y con práctica en esta clase de trabajos. Debe tener a su disposición, además, un buen laboratorio, equipado con las modernas conveniencias y aparatos necesarios para trabajos delicados.

El hecho de que el punto de ebullición de este aceite esencial sea relativamente alto, explica porqué en los procedimientos corrientes de destilación no lo obtengamos en las proporciones que pudiéramos; así como también explica que el uso de alambiques de destilación continua, con una buena columna de rectificación, significa seguramente una disminución en el aroma del ron, en cuanto a este aceite esencial concierne. También explica porqué cuando se destila en alambique de destilación intermitente se obtiene mejor ron. De ahí nuestra preferencia por el tipo intermitente.

Ni en Estados Unidos, ni en Puerto Rico existen métodos establecidos por ley para la justipreciación del ron. En nuestra humilde opinión, el análisis puramente químico nos ofrece muy mediocre información, y de muy escaso valor en la justipreciación de rones de calidad. La destilación fraccionaria acompañada del análisis químico, es mucho más valiosa. Esta es de gran utilidad, pues hace posible la mejor separación y graduación de las varias materias volátiles del "bouquet" constituyente del aroma compuesto de un ron. Si se emplea una simple destilación fraccionada sin acción desflegmadora, los límites entre los constituyentes individuales del aroma no son suficientemente definidos.

Complementando el análisis químico y organoléptico del ron, con la destilación fraccionada, y determinación del índice de persistencia del aroma por dilución sistemática, podríamos llegar mejor a la verdadera aquilatación de un producto dado. Puede haber una diferencia inmensa entre dos rones que ofrecen el mismo análisis químico, en cuanto a la calidad se refiere.

Al cerrar este último capítulo sobre manufactura de ron descamos dar expresivas gracias a aquellos de nuestros lectores que nos visitaron o escribieron, durante la publicación de los artículos en el importante rotativo "*El Mundo*", para ofrecernos una bondadosa palabra de aprobación, o pedir explicación más amplia de algunos de nuestros conceptos. Deseamos expresar nuestro reconocimiento a aquellos que sugirieron la recopilación de los articulitos en forma permanente.

También deseamos expresar nuestro sentimiento de gratitud al popular rotativo que publicó el primero y último de estos artículos, y especialmente a su digno y eficiente administrador, señor Angel Ramos, por la intachable y correcta presentación que de todos los artículos publicados hizo.

Por último, deseamos expresar nuestros sentimientos de profundo agradecimiento a los señores Miguel A. Manzano por su inteligente cooperación como químico auxiliar en el trabajo de experimentación y traducción de literatura alemana y francesa sobre la materia: José I. Otero, a cuya diligencia, actividad y buena voluntad se ha hecho posible esta publicación, y Francisco López Domínguez que, como Director de esta institución, permitió, y bondadosamente estimuló la publicación de esta circular.





